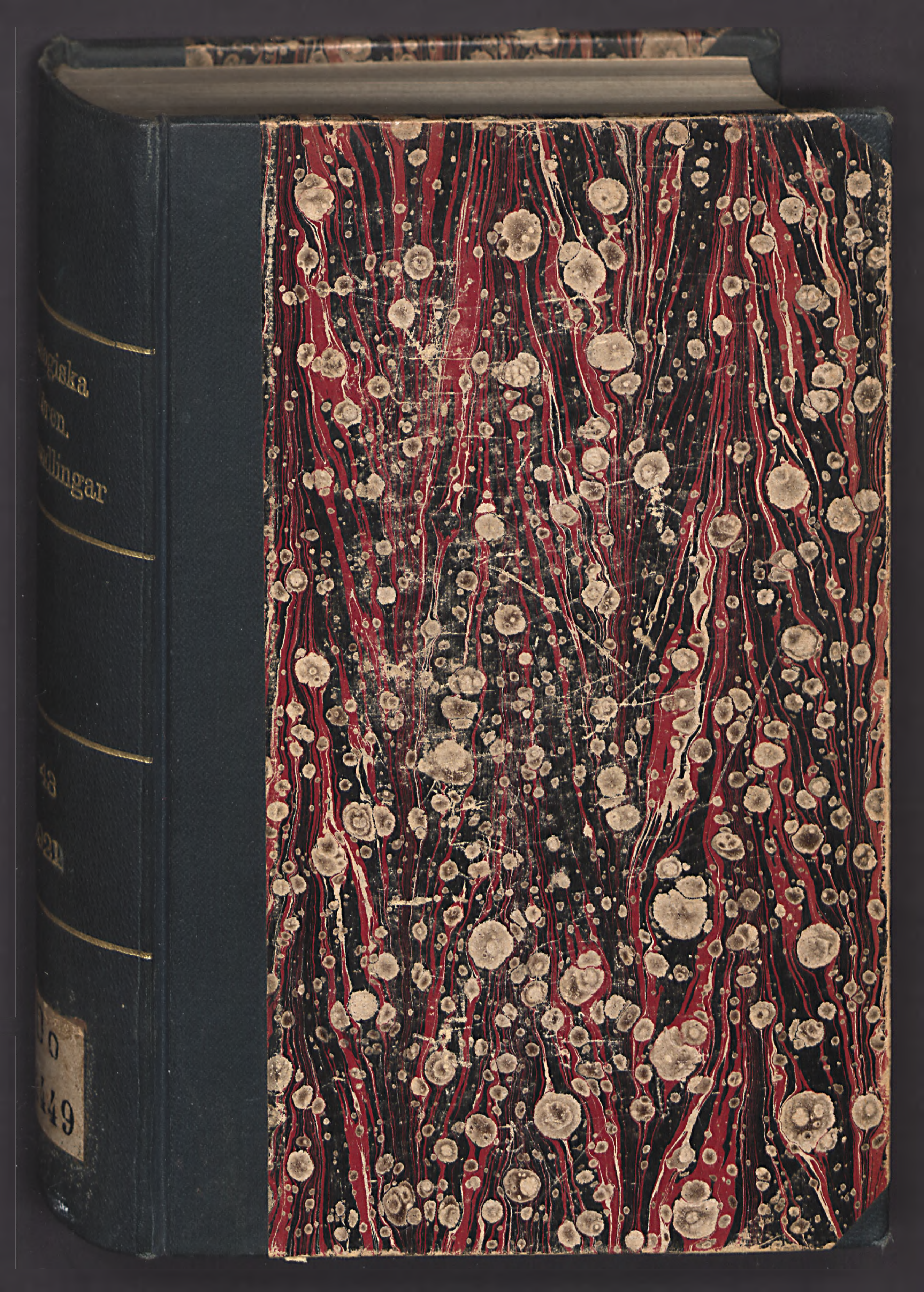


Geologiska
Fören.
Förhandlingar

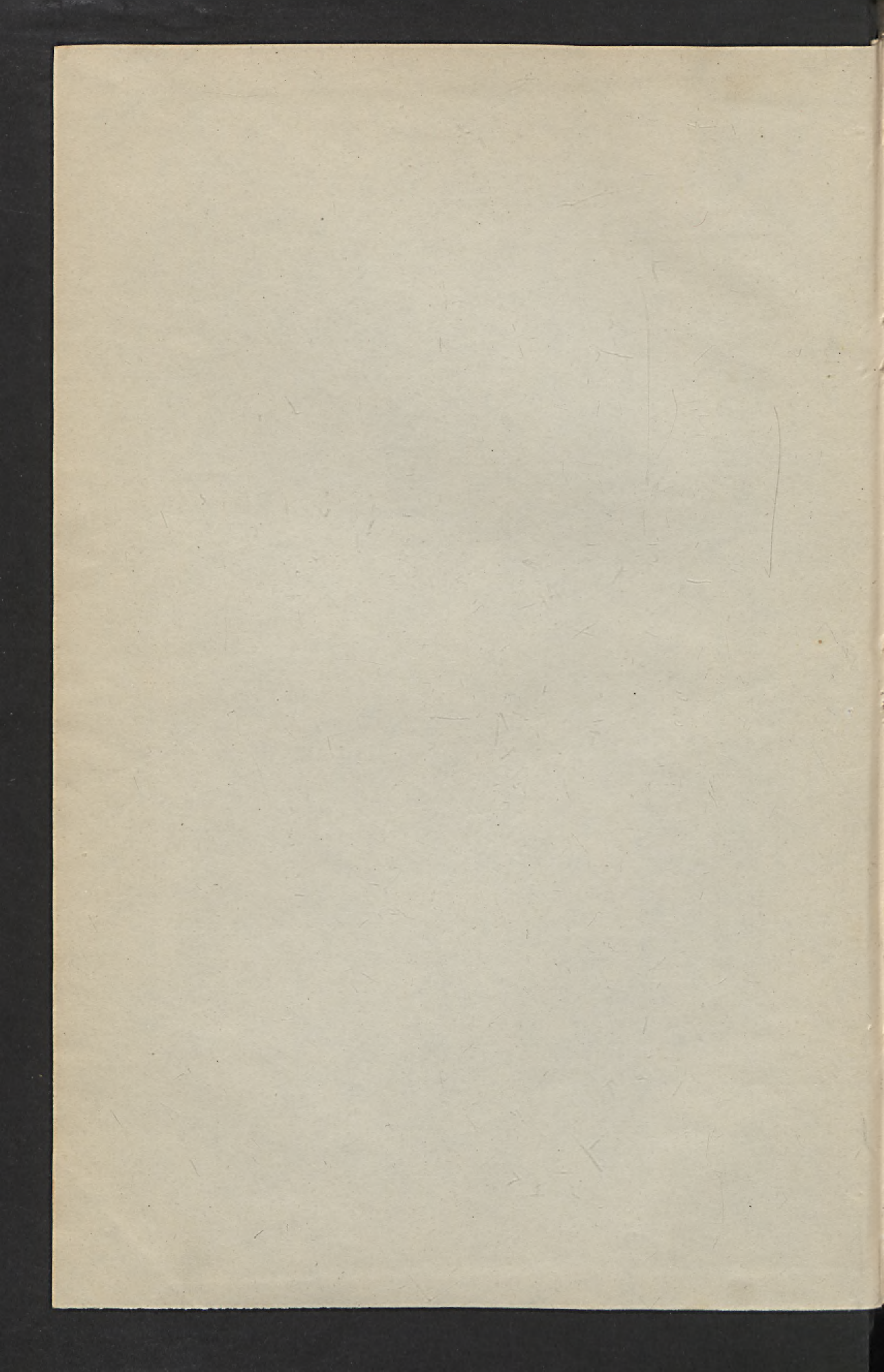
43
1921


POLITECHNIKA GDAŃSKA
ZAKŁAD GEOLOGII


BIBLIOTHEK

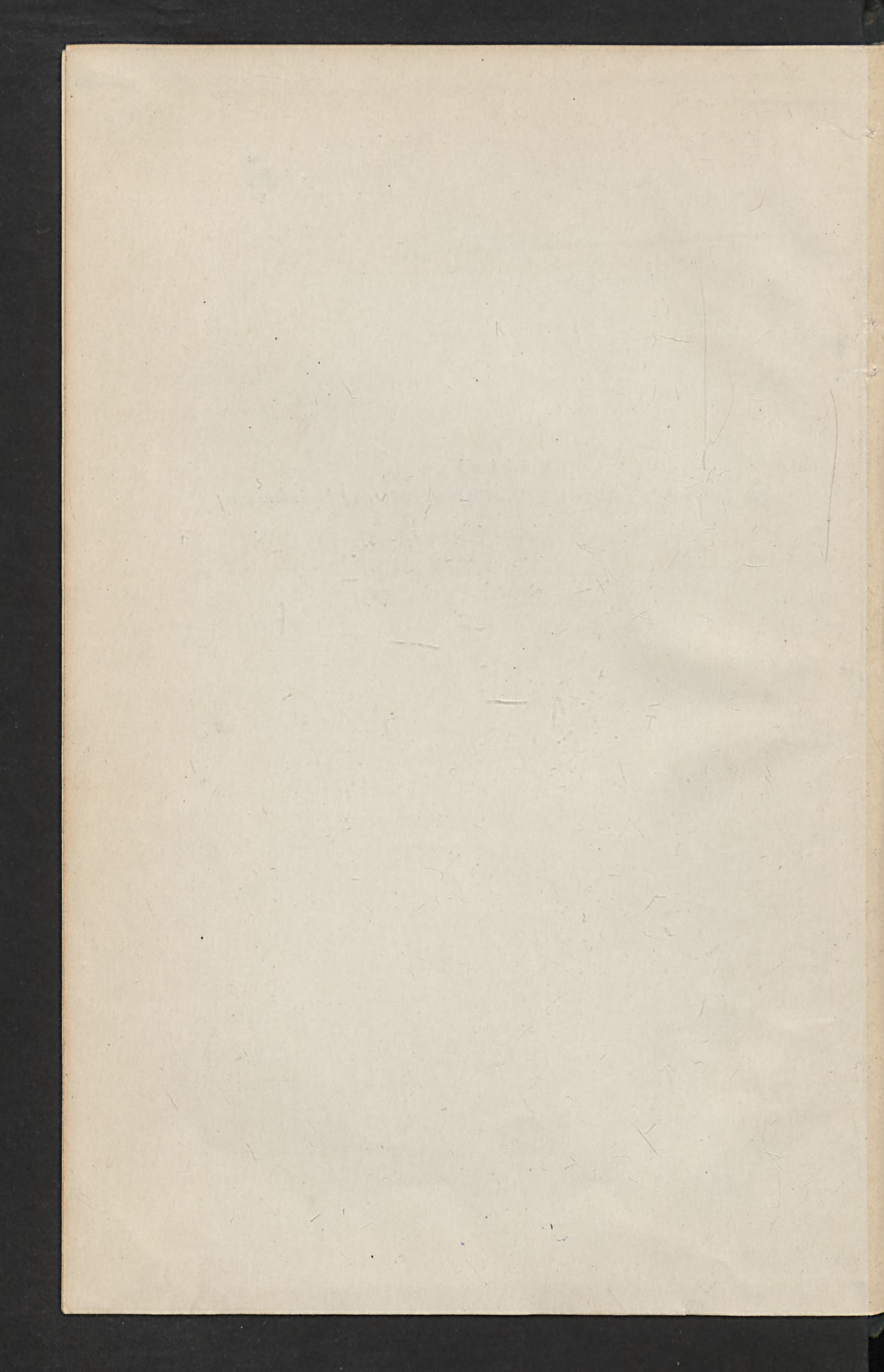
Rättelse.

Sid. 350, rad 12 nedifrån står *D.* [illegible], skall vara *D.* [illegible]



Rättelse.

Sid. 510, rad 12 nedifrån står *D. elliptica*. skall vara *D. interrupta*.



GEOLOGISKA FÖRENINGENS

I

STOCKHOLM

FÖRHANDLINGAR

FYRTIOTREDJE BANDET

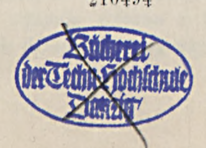
(ÅRGÅNGEN 1921)

MED 1 TAVLA OCH TALRIKA FIGURER I TEXTEN

STOCKHOLM 1922

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

210494




BIBLIOTHEK

INNEHÅLLSFÖRTECKNING.

Anm. F efter en titel utmärker hållet *föredrag*.
RF » » » » *referat* av hållet föredrag.
N » » » » *notis*.
U » » » » *uppsats*.

Författarna äro ensamma ansvariga för sina uppsatsers innehåll.

Uppsatser, notiser, föredrag och diskussionsinlägg.

Referat.

Tavla.

GEOLOGISKA FÖRENINGENS

I

STOCKHOLM

FÖRHANDLINGAR

FYRTIOTREDJE BANDET

(ÅRGÅNGEN 1921)



STOCKHOLM 1921

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER



GEOLOGISKA FÖRENINGEN

I

STOCKHOLM

Jan. 1921.

Styrelse:

Hr P. J. HOLMQUIST.	Ordförande.
Hr PERCY QUENSEL.	Sekreterare.
Hr K. E. SAHLSTRÖM.	Skattmästare.
Hr AXEL GAVELIN.	
Hr LENNART VON POST.	

Korresponderande Ledamöter:

Anm. Siffrorna angifva årtalet för inval som Korresp. Ledamot.

Adams, Frank D. Ph. Dr, Professor. 11	Montreal.
Barrois, Ch. Professor. 11	Lille.
Becke, F. Dr, Professor. 16	Wien.
Brückner, E. Dr, Professor. 11	Wien.
Geikie, Sir Archibald. Dr, F. d. Chef för Storbritanniens Geolog. Undersökning. 89	Haslemere, Surrey.
Groth, P. Dr, Professor. 89	München.
Heim, A. Dr, Professor. 11	Zürich.
Kayser, E. Dr, Professor. 16	München.
Kemp, J. F. Professor. 11	New York.
Lacroix, A. Dr, Professor. 16	Paris.
Lindgren, W. Professor. 14	Boston.
Penck, Alb. Dr, Professor. 11	Berlin.
Teall, J. J. H. F. d. Ch. f. Storbr. Geol. Und. 03	London.
Tschermak, G. Dr, Professor. 03	Wien.
Walcott, Ch. D. Professor. 11	Washington
Weber, C. Dr, Professor. 14	Bremen.
Woodward, A. Smith. Dr. 16	London.

Ledamöter:

Anm. 1. Tecknet * utmärker *Ständiga Ledamöter* (jfr stadgarna, § 8).
2. Siffrorna angiva årtalet då Ledamot i Föreningen inträtt.

H. K. H. Kronprinsen. 99.
Abenius, P. W. Fil. Dr, Rektor. 86 .... Örebro.
Afzelius, K. Fil. Lic. 10. Dalagatan 40 .... Stockholm.
Ahlfvengren, F. Fil. Dr, Lektor. 12. Sveavägen 90 Stockholm.
Ahlmann, H. W:son. Fil. Dr, Docent. 10 .... Uppsala.
Ahlström, N. Fil. Kand., Läroverksadjunkt. 19 .... Borås.
Alarik, A. L:son. Bergsingenjör. 03 .... Sikfors.
*Alén, J. E. Fil. Dr, Stadskemist. 82 .... Göteborg.
Alexanderson, Sophie-L. Lärarinna. 12. Riddareg. 21 Stockholm.
Almgren, O. Fil. Dr, Professor. 07 .... Uppsala.
Almquist, E. Fil. Mag. 14 .... Kåbo, Uppsala.
Alsén, N. Fil. Kand., Lärov.-adj. 19. Skeppareg. 53 Stockholm.
Aminoff, G. Fil. Dr., Doc. 03. Stockh. Högskola Stockholm.
*Andersson, Gunnar. Fil. Dr, Professor. 87 .... Djursholm.
Andersson, J. G. Fil. Dr, Professor. 91 .... Peking.
Anderzén, O., Fil. stud. 18 .... Uppsala.
Anrick, C. J. Fil. Lic., Sekr. hos Sv. turistför. 16 Stockholm 7.
Antevs, E. V. Fil. Dr, Doc. 14. Stockh. Högskola Stockholm.
Arnborg, John. Fil. Kand. 20. St. Johannesg. 9 B Uppsala.
Arnell, K. Fil. Dr., Överingeniör. 81 .... Stockholm.
Arninge, G. Fil. Lic., Rektor. 11 .... Stenstorp.
Arrhenius, O. Fil. Dr. 19. Gamla Haga .... Stockholm.
Arrhenius, S. Fil. Dr, Professor. 00 .... Experimentalfältet.
Askelöf, N. Fil. Stud. 12 .... Uppsala.
Asklund, B. Fil. Lic. 17. Sv. geol. unders. .... Stockholm 50.
Asplund, C. Bergmästare. 95 .... Luleå.
Asplund, E. Fil. Mag. 14. St. Johannesg. 22 .... Uppsala.
Assarsson, G. Fil. Lic. Assistent v. Sv. geol. und. 20. Stockholm 50.

*Backlund, H. Fil. Dr., Professor. 08 .... Åbo.
Backman, A. L. Fil. Dr, Forstmästare 15 .... Grankulla, Finland.
Baeckström, O. Fil. Lic. 10. Malmskillnadsg. 41 B^III Stockholm.
Bárdarson, G. G. Gårdsägare. 10. Bær Hristafjädur Island.
Bendz, A. Fil. Kand., Ingenjör. 20. Olivedalsg. 23. Göteborg.
*Benedicks, C. A. F. Fil. Dr, Prof. 95. Stockh. Högsk. Stockholm.
Bengtson, F. J. Fil. Kand., Ingeniör. 06. Florag. 10 Stockholm.
Bengtson, S. Agronom. 19 .... Sigtuna.
Bergeat, A. Fil. Dr., Professor. 02. Oberteichufer 12. Königsberg i Pr.
Bergendal, T. Disponent. 87. Kommendörsg. 16 .... Stockholm.
Bergendal, Å. Bergsingeniör. 16 .... Striberg.
*Berghell, H. Fil. Dr, Statsgeol. 92. Geol. kom. .... Helsingfors.
Bergman, A. Direktör. 12. Drottningg. 3 .... Stockholm.
Bergman, G. Agronom. 19 .... Själevad.
Bergman-Rosander, Bertha. Fil. Kand. 05 .... Härnösand.
Bergquist, J. A. Folkskollärare. 17 .... Enskede.

Bergström, A. Bruksägare. 16 .... Trosa.
Bergström, E. Fil. Dr, Lappfogde. 10 .... Stockholm.
Bergström, G. Bergsingenjör. 13 .... Djursholms-Ösby.
Birger, S. Med. Lic. 11. Grevturegatan 3 .... Stockholm.
Björlykke, K. O. Fil. Dr, Prof. Landbrugshöiskolen. 00 Aas, Norge.
Blankett, H. Industriråd. 96 .... Grankulla, Finland.
Blomberg, A. Fil. Dr, F. d. Statsgeol. 74. Sibylleg. 55 Stockholm.
Blomberg, E. Bergsingenjör. 98. Nygatan 74 ...... Örebro.
Bobeck, O. Fil. Kand., Rektor. 97 .... Eslöv.
Bodman, G. Fil. Dr., Professor. 18. Ch. tekn. inst. Göteborg.
Bonnema, J. H. Fil. Dr., Professor. 05 .... Groningen.
Booberg, G. Fil. Mag. 19. Sturegatan 3 .... Örebro.
*Borgström, L. H. Fil. Dr., Prof. 01. Marieg. 7 Helsingfors.
Borner, E. Fil. Kand. 14 .... Grangärde.
Brenner, Th. Fil. Kand. 14. Engelplatsen 21 ...... Helsingfors.
Brinell, J. A. Fil. Dr, Överingeniör. 08 .... Nässjö.
Bromee, Birgit Fil. Kand. 19. Hantverkareg. 10. Stockholm.
Brunnberg, K. G. Disponent. 94 .... Persberg.
Brünnich-Nielsen, K. Dr. Phil. Överläkare. 18. Amagerbrogade 129 .... Köpenhamn.
Brögger, W. C. Fil. Dr, Professor. 75 .... Kristiania.
Bygdén, A. O. B. Fil. Dr, Assistent. 05 .... Experimentalfältet.
*Bäckström, H. Fil. Dr, Professor. 85 .... Djursholm.

Caldenius, C. Fil. Lic. 08. Radhusen 22 .... Äppelviken.
*Cappelen, D. Cand. Min., Verksägare. 85 .... Holden, Skien.
Carlborg, H. Bergsingeniör. 10 .... Uttersberg.
Carlgren, M. Jägmästare. 14 .... Umeå.
Carlgren, W. Disponent. 94 .... Sala.
Carlheim-Gyllenskiöld, K. Fil. Mag. 13 .... Kålltorp.
Carlheim-Gyllenskiöld, V. Fil. Dr, Prof. 20. Sib.-g. 22. Stockholm.
Carlson, A. Bruksägare. 85 .... Filipstad.
*Carlson, S. Fil. Dr, Bergsingeniör. 94. Baggås ...... Saltsjöbaden.
Carlsson, G. A. Fil. Dr, Rektor. 71. Stureg. 38 ... Stockholm.
Carlsson, L. C. Direktör. 06. Wahrendorffsg. 48 ... Stockholm.
Carstens, C. W. Cand. Min., Docent. 19 .... Trondhjem.
Cederquist, J. Direktör. 10. Kommendörsgatan 15 Stockholm.
Christianssen, B. Bergsingenjör. 17 .... Stockholm.
Claëson, G. Bergsingenjör. 11 .... Bjuv.
Claesson, O. Folkskollärare. 19. Folkungagatan 46 Stockholm.
Clément, A. Direktör. 99. Ceresvej 2 .... Köpenhamn.
Cleve-Euler, Astrid. Fil. Dr. 20 .... Skoghall.
Credner, R. W. Cand. geol. 19. Karlsplatz 1 ...... Greifswald.
Curtz, O. J. Bergsingenjör. 93 .... Höganäs.

Dahlblom, L. E. T. Bergmästare. 90 .... Falun.
Dahlgren, B. E. Disponent. 92 .... Persberg.
Dahlin, Gertrud. Fil. Stud. 20. Skolgatan 18 ... Uppsala.
Dahlstedt, F. Fil. Mag., Lektor. 10 .... Djursholm.
Dahlström, J. R. Gruvingenjör, Förvaltare. 92 .... Fagersta.

Deecke, W. Fil. Dr, Professor, Chef för Badens Geol. Undersökning. 95. Erwinstrasse 37 .... Freiburg i Ba.
*De Geer, Ebba. Professorska. 08. Rådmansg. 67 .. Stockholm.
*De Geer, G. Frih., Fil. Dr, Prof. 78. Stockh. Högsk. Stockholm.
*De Geer, S. Frih., Fil. Dr, Doc. 08. Stockh. Högsk. Stockholm.
Dellwik, A. Bergsingenjör, Disponent. 92 .... Dannemora.
Du Rietz, G. E. Fil. Kand., Amanuens. 14. Växtb. inst. Uppsala.
Du Rietz, H. Civilingenjör. 16. Sandvik .... Stockholm 1.
Dusén, P. Fil. Dr, Ingenjör. 88 .... Kantorp.

Ebbersten, J. G:son. Förvaltare. 19 .... Älmhult.
von Eckermann, Harry. Överingenjör. 20 .... Ljusne.
Ekblom, Tore. Fil. Stud. 20. Kyrkogårdsgatan 25 Uppsala.
Ekelöf. Gösta. Fil. Dr, Rektor. 20. Domnarvet ... Borlänge.
Eklund, Josef, Fil. Stud. 19. Skolgatan 27 .... Uppsala.
Ekman, A. Landshövding. 96 .... Mariestad.
Ekstam, Th. Bergsingenjör. 19 .... Rämshyttan.
Ekström, G. Fil. Lic. 14. Sv. geol. unders. .... Stockholm 50.
Ekwall, P. J. Konsulent. 14. Nyby gård .... Uppsala.
Elles, Gertrude L. Miss. 96 .... Cambridge.
Engberg, H. Fil. Mag. 16 .... Köping.
Enquist, F. Fil. Dr. 05 .... Rio de Janeiro.
Envall, E. G. Fil. Kand. 12 .... Örnsköldsvik.
Erdmann, E. Fil. Dr, F. d. Statsgeolog. 71. Stadsg. 8 Stockholm.
Erdtman, G. Fil. Lic. 18. Kronobergsgatan 15 A Stockholm.
Ericsson, N. A. Disponent. 98 .... Lesjöfors.
Eriksson, K. Fil. Dr, Läroverksadjunkt. 08 .... Skara.
Eriksson, J. V. Fil. Dr, Förste statshydrograf. 13 ... Stockholm 2.
Eskola, P. Fil. Dr. Docent 10. Univ. min. inst. ... Helsingfors.
Essén, K. M. Fil. Dr., Lärov.adj. 11. Odeng. 12 A Uppsala.

Fagerberg, G. Bergsingenjör. 03 .... Malmberget.
Fahlcrantz, A. E. Gruvingenjör. 74 .... Öregrund.
Falk, C. A. Ingenjör. 10. Hantverkargatan 11 .... Stockholm.
Faxén, L. Fil. Kand. 18. Vretgränd 3 .... Uppsala.
Fegræus, T. Fil. Dr. 76. Lilla Adolfsberg .... Visby.
v. Feilitzen, H. Fil. Dr, Professor. 98 .... Experimentalfältet.
*Fellenius, Wolmar, Professor. 20. Valhallavägen 83. Stockholm.
von Fieandt, A. Fil. Kand., Ingenjör. 11 .... Stråssa-Kårberg.
*Fischer, H. Oberdirektor. 00 .... Freiberg.
Flensburg, V. P. Ingenjör. 12 .... Kulladal.
Flink, G. Fil. Dr. 83 .... Älfsjö.
Flodkvist, Herman. Förste jordbrukskonsulent. 20 Örebro.
*Florin, E. Ingenjör. 03. Värtagasverket .... Stockholm.
Florin, R. Fil. Lic., Assistent. 19 .... Stockholm 50.
Forsman, S. M. Fil. Kand., Lärov.-adj. 11. Blåsbov. 6 Västerås.
Fredman, G. Fil. Mag., Torvassistent. 13 .... Stockholm.
*Fridborn, D. Fil. Kand. 12. Fågelö .... Torsö.
Fritjofsson, H. Fil. Kand. 19 .... Uppsala.
*Frosterus, B. Fil. Dr, Statsgeolog. 92. Geol. kom. Helsingfors.

Frödin, G. Fil. Dr, Docent. 10. Storgatan 8 ...... Uppsala.
Frödin, J. O. H. Fil. Dr, Doc. 10. Magn. Stenb.-g. 4 Lund.
Frödin, O. Fil. Dr, Antikvarie. 11 .... Stockholm 15.
Fröman, K. G. L. Fil. kand., Gruvgeol. 17. Bergslaget Falun.
Funkquist, H. Professor. 10 .... Alnarp, Åkarp.
Furuskog, Jalmar, Fil. Lic., Rektor. 20 .... Filipstad.

Gavelin, A. O. Fil. Dr, Överdirektör o. Chef f. Sv. geol. unders., *Styrelseledamot.* 98 .... Stockholm 50.
Geijer, P. A. Fil. Dr, Docent, Statsgeolog. 05... Djursholm.
Gertz, O. D. Fil. Dr, Docent, Lektor. 10 .... Lund.
*Gjuke, G. Bergsingenjör. 03 .... Trälleborg.
Goldschmidt, V. M. Fil. Dr, Prof. 11. Min. inst. Kristiania.
Grafström, B. Teknolog. 19 .... Stockholm.
Granlund, E. Fil. Kand., Assistent Sv. geol. und. 17 Djursholm.
Granström, C. G. Bergsingenjör. 10 .... Långnäs, Tjärnäs.
Granström, G. A. Direktör. 79. Kaptensgatan 11.. Stockholm.
Grauers, H. Fil. Dr, Prof., Rekt. f. Chalm. tekn. inst. 14 Göteborg.
Gröndal, G. Fil. Dr, Ingenjör. 04 .... Djursholm.
Grönwall, K. A. Fil. Dr, Professor. 92 .... Lund.
Gumælius, T. H. Disponent. 97 .... Kärrgruvan.
Gummesson, P. E. Bergsingenjör. 18 .... Idkerberget.
Gustafsson, J. P. Fil. Stud. 99 .... Dädesjö.
Gyllenberg, C. A. F. Fil. Kand. 10. Off. slakthuset Malmö.
Gürich, G. Fil. Dr, Professor. 12. Lübeckerthor 22 Hamburg.
Gårde, H. Bergsingenjör. 19 .... Malmberget.

*Hackman, V. Fil. Dr. 92. V. Henriksgatan 20...... Helsingfors.
*Hadding, A. R. Fil. Dr, Docent. 10 .... Lund.
Haglund, E. Fil. Dr, Byrådirektör. 03. Tomtebog. 20 Stockholm.
Hagman, S. Fil. Kand. 14. Bantorget 11 .... Lund.
Halden, B. E. Fil. Dr, Lekt. v. Skogshögskolan. 12 Stockholm.
Hallberg, E. G. Fil. Kand., Gruving. v. Bergsstaten. 92 Falun.
Halle, T. G. Fil. Dr, Professor. 05 .... Stockholm 50.
Hamberg, A. Fil. Dr, Professor. 88 .... Uppsala.
Hammar, S. Fil. Kand., Direktör. 02 .... Skara.
Hammarskiöld, A. Kapt., Gruving. 79. Järnbrog. 10 A Uppsala.
Hannerz, A. Fil. Kand. 10 .... Ursviken.
Hansson, S. Köpman. 03. Kommendörsg. 7 .... Stockholm.
*Harder, P. Fil. Dr, Docent. 07. Östervoldsgade 7 Köpenhamn.
Harvey, G. Peel, Civiling., Dir. 18. Österbrogade 40 Köpenhamn.
Hasselroth, Axel, Byrådirektör. 20 .... Stockholm.
Hausen, H. Fil. Dr. 10. Brändö .... Helsingfors.
Hebbel, E. Ingenjör. 10. Engelbrektsgatan 3........ Stockholm.
Hedberg, N. Direktör. 94 .... Grängesberg.
Hede, J. E. Fil. Lic. 12. Sv. geol. unders. .... Stockholm 50.
Hedin, S. A. Fil. Dr, Geograf. 87 .... Stockholm.
Hedlund, A. F. Bergmästare. 01 .... Ramlösa.
Hedman, A. Direktör. 97. Östermalmsgatan 59.... Stockholm.
Hedström, H. Fil. Lic., Statsgeolog. 88 .... Djursholm.

Hedvall, K. O. Fil. Mag. 20 .... Edsbyn.
Hellbom, O. Fil. Lic., Lektor. 94 .... Härnösand.
Hellsing, G. Fil. Dr. 94 .... Hidingebro.
Hemmendorff, E. Fil. Dr, Lektor. 06. Walling. 13 Stockholm.
Hemming, A. Bergsingenjör. 09 .... Stockholm.
*Hemming, T. A. O. Ingenjör. 06 .... Eslöv.
Henricsson, Y. Bergsingenjör. 17. Östermalmsg. 86 Stockholm.
Herlenius, A. Kabinettskammarherre, Disp. 08 .... Uddeholm.
*Herlin, R. Fil. Dr, Forstmästare. 93 .... Kervo. Finland.
Hesselman, H. Fil. Dr, Professor. Förest. för Statens Skogsförsöksanstalts naturvet. avdeln. 07 .... Djursholm.
Hintze, V. Museumsinspektör. 90. Valby .... Köpenhamn.
Hiortdahl, Th. Professor. 74 .... Kristiania.
Hoel, A. Cand. Real., Statsgeol. 10. Min.-geol. mus. Kristiania.
*Hoffstedt, H. Bergsingenjör. 85 .... Stockholm.
Hofman-Bang, O. Fil. Dr, Professor. 02 .... Ultuna, Uppsala.
Holm, G. Fil. Dr, Professor. 76 .... Stockholm 50.
Holmquist, P. J. Fil. Dr, Prof. 91. *Föreningens ordförande* .... Djursholm.
Holmsen, G. Fil. Dr. Statsgeolog. 17. Vettakollen Kristiania.
Holtedahl, O. Fil. Dr, Prof. 17. Univ. min. mus. Kristiania.
*Homan, C. H. Ingenjör. 89 .... Kristiania.
Huldt, K. Direktör. 94. Bantorget 18 .... Stockholm.
Hägg, R. Fil. Lic., Assistent. 00 .... Stockholm 50.
Härdén, P. Ingenjör. 04. Villagatan 22 .... Stockholm.
Högbom, A. G. Fil. Dr, Professor. 81 .... Uppsala.
Högbom, A. Fil. Kand. Bitr. statsgeolog. 15 .... Stockholm 50.
Högbom, B. Fil. Dr. 10 .... Djursholm.
Högbom, I. Fil. Lic. 18 .... Stockholm.
Hörner, N. G. Fil. Kand. 18. Sysslomansg. 31 .... Uppsala.

Isberg, O. F. A. U. Fil. Lic., Amanuens. 14. Geol. inst. Lund.

Jakobowsky, Elsa. Fil. Stud. 19. Trädgårdsg. 12 Uppsala.
Jækel, O. Fil. Dr, Professor. 96 .... Greifswald.
*Jessen, A. Cand. Polyt., Statsgeol. 92. Gammelmönt 14 Köpenhamn.
Jessen, K. Dr Phil. Afd.-geol. 14. Gammelmönt 14 Köpenhamn.
Johansson, H. E. Fil. Dr, Bergsing., Statsgeol. 03 .... Stockholm 50.
Johansson, J. L. Fil. Dr. Lekt. 88. Erik Dahlbergsg. 27 C Göteborg.
*Johansson, K. F. Bergsingenjör. 02 .... Hedemora.
Johansson, S. Fil. Dr, Statsgeolog. 11 .... Stockholm 50.
Jonson, P. A. Bergsingenjör, Intendent. 97 .... Falun.
Jungner, J. G. Bergsingenjör. 89 .... Silfverhöjden.

Kalkowsky, E. Fil. Dr, Prof. 85. Nürnbergerstrasse 48 Dresden.
*Kallenberg, S. K. A. Fil. Dr. 08. Tekn. högsk. Stockholm.
*Kaudern, W. Fil. Dr. 08 .... Stockholm.
Keilhack, K. Fil. Dr, Professor. 84 .... Berlin.
Keiller, D. Bruksägare. 86. Valhallavägen 83 .... Stockholm.
Kempe, J. Disponent. 07 .... Idkerberget.
Kempff, S. Statens Lantbruksingenjör. 96 .... Umeå.

Khennet, H. K. Fil. Kand., Teknolog. 19 .... Stockholm.
Kiær, J. Fil. Dr, Professor. 02. Bygdö Allé 98 ... Kristiania.
Killig, Franz. Dr Phil. 20 .... Degerhamn.
Kjellberg, B. Bergmästare. 03. Kungsgatan 68 ... Stockholm.
Kjellmark, K. Fil. Dr, Folkskoleinspektör. 94 .... Växjö.
*Kleen, N. Civilingeniör. 93 .... Valinge, Stigtomta.
Klintberg, M. Fil. Dr, F. d. Lektor. 08 .... Visby.
Klockmann, F. Fil. Dr, Prof. Techn. Hochschule. 84 Aachen.
Knabe, C. A. Fil. Mag. 98 .... Gamla Karleby.
Kofoed, E. Bankassistent. 13. Handelsbanken .... Odense.
Kolderup, C. F. Fil. Dr, Professor. 15 .... Bergen.
Krantz, J. E. Bergsingenjör. 99 .... Kiruna.
Krause, P. G. Fil. Dr, Prof. 11. Invalidenstrasse 44 Berlin.
Kurck, C. Fil. Dr. Frih. 75 .... Lund.
Köhler, Alex. Cand. Phil. 20. Hauptstrasse 69 ... Wien.

Lagerheim, G. Fil. Dr, Professor. 97 .... Djursholm.
*Lagrelius, A. Ingenjör, Överintendent. 03 .... Stockholm 3.
Laitakari, A. Fil. Mag. Assist. 14. Geol. min. inst. Helsingfors.
Lannefors, N. A. Bergsingenjör. 19. Strömgatan 13 Nyköping.
Landegren, C. A. Teknolog. 19 .... Stockholm.
Larson, A. Gruvingenjör. 85 .... Nora.
Larson, A. Ingenjör. 92. Vanadisvägen 20 .... Stockholm.
Larsson, E. Bergsingenjör. 97. Karlbergsvägen 36 A Stockholm.
*Lehmann, J. Fil. Dr, Professor. 86 .... Kiel.
Lenander, A. Direktör. 17. Drottninggatan 11 .... Stockholm.
Lidén, R. Fil. Lic. 06 .... Stockholm.
Liljevall, G. Tecknare vid Riksmuseum. 07 .... Stockholm 50.
Lindberg, H. Fil. Dr, Int. v. Bot. Mus. 95. Bergsg. 20 Helsingfors.
Lindfors, Th. Fil. Mag. Assistent. 15 .... Experimentalfältet.
Lindqvist, S. Fil. Dr, Docent, Amanuens. 10 .... Stockholm 15.
Lindroth, G. Fil. Dr, Disponent. 12 .... Dala-Finnhyttan.
Lithberg, N. Fil. Dr, Professor. 13. Nord. Museet. Stockholm.
Ljunggren, C. J. F. Konsul. 10 .... Djursholm.
Ljungner, Erik. Fil. Kand. Kyrkogårdsgatan 5 .... Uppsala.
Looström, A. R. Fil. Kand. 06. Tekn. högsk. .... Stockholm.
Lundberg, H. Bergsingenjör. 18. Vintervägen 35 . Råsunda.
Lundberg, S. E. Bergsing. 19. Sv. Diamantb.-b.-A.-B. Stockholm.
Lundblad, E. Fil. Kand., Lärov.-adjunkt. 06 .... Skara.
Lundbohm, Hj. Fil. Dr, Disponent. 80 .... Kiruna.
Lundell, G. Chef för Aktiebol. Lundells maskinaffär. 94 Kållered.
Lundgren, B. H. Ingeniör. 10 .... Nyvång.
Lundquist, M. Kartredaktör hos A.-B. Hasse W. Tullberg Stockholm.
*Lundqvist, E. Disponent. Blasieholmstorg 11 .... Stockholm.
Lundqvist, G. Fil. Lic. 17. Sv. geol. unders. .... Stockholm 50.
Löfgren, J. G. Fil. Stud. 20. Odengatan 14 .... Uppsala.
Löwenhielm, H. Bergsingeniör. 12 .... Krylbo.

*Madsen, V. Fil. Dr, Direktör för Danmarks Geol.
Unders. 89. Kastanievej 10 .... Köpenhamn.

Magnusson, N. Fil. Lic., Bitr. Statsgeolog. 17 .... Stockholm 50.
Makinson, W. D. Civilingenjör. 98 .... Myresjö, Bjädesjö.
Malaise, R. Fil. Kand. 19 .... Stockholm.
Malling, C. Läkare. 14. Kastellvej 21 .... Köpenhamn.
Malm, E. Bergsingenjör. 10 .... Striberg.
Malmström, C. Fil. Kand. 10. Scheeleg. 8 .... Stockholm.
Mauzelius, R. Fil. Dr., Statsgeolog. 97 .... Stockholm 50.
Mc Robert, Lady Rachel. B. Sc. F. G. S. Colney Park. St. Albans. Herts. (England).
Meier, Otto, Cand. phil. 20. Geol. Inst .... Innsbruck.
Melin, E. Fil. Dr, Docent. 11 .... Uppsala.
Melin, R. Fil. Lic. 19. Statshydrograf .... Stockholm 2.
*Miers, Sir Henry A. Vice Chancellor of University. 94 Manchester.
Milch, L. Fil. Dr, Professor. 11 .... Breslau.
*Milthers, V. Cand. Polyt., Statsgeol. 98. Enighetsvej 12 Köpenhamn.
Mossberg, K. E. Bergsingenjör. 03 .... Ludvika.
Munthe, H. V. Fil. Dr, Professor, Statsgeolog. 86 ... Djursholms-Ösby.
Myrtin, S. M. Civilingeniör. 18. Vallingatan 44 ... Stockholm.
von zur Mühlen, L. Fil. Dr. 15. Invalidenstrasse 44 Berlin.
Mårtenson, S. Fil. Kand., Seminarierektor. 06 .... Växjö.
Mäkinen, E. Fil. Dr. 11 .... Outukompu.
Möller, Hj. Fil. Dr, Lektor. 92 .... Stocksund.
Mörtsell, Sture. Teknolog. 20. Odengatan 28 .... Stockholm.

*Nachmanson, A. Direktör, Kungsträdgårdsg. 10 .... Stockholm.
Nannes, G. Fil. Dr. Ingenjör. 96 .... Skara.
Nathorst, H. Gruvingenjör vid Jernkontoret. 03 .... Stockholm.
Nauckhoff, S. Överingenjör. 17 .... Aspudden.
Naumann, E. Fil. Dr, Docent. 19 .... Lund.
Nelson, H. Fil. Dr, Professor. 10 .... Lund.
Nilsson, Ragnar, Postelev. 20. Grynbodgatan 15. Malmö.
*Nisser, W. Fil. Kand., Kapten. 05 .... Kvista.
*Nobel, L. Ingenjör. 99 .... Djursholm.
Nordenskjöld, I. Fil. Dr, Lektor. 98 .... Borås.
*Nordenskjöld, O. Fil. Dr, Professor. 90 .... Göteborg.
Nordhagen, Rolf, Amanuens. 20. Botanisk Have. Kristiania.
Nordqvist, H. Bergmästare. 95 .... Filipstad.
Nordquist, Sigfrid. Fil. Mag. 19. St. Eriksg. 61 ... Stockholm.
Nordvall, Irma. Fil. Stud. 19 .... Köping.
Norelius, O. Bergmästare. 86 .... Nora.
Norén, H. L. Disponent. 11. Karlaplan 10 .... Stockholm.
Norin, E. Fil. Kand. 14 .... Peking.
Normann, J. Direktör. 11. Bygdö Alle 1 .... Kristiania.
Nybom, Fr. Ingenjör. 99 .... Lindesberg.
Nylander, Y. Fil. Kand., Förste Aktuarie. 19. Bragev. 1 Stockholm.
Nyström, E. Professor. 19 .... Peking.

Odén, S. Fil. Dr, Prof. 14. Tekniska högskolan .... Stockholm.
Odhner, N. Fil. Dr, Assistent 10 .... Stockholm 50.
Oldevig, H. Fil. Lic. 18. Torggatan 4 .... Linköping.

*Olivecrona, H. Fil. Lic. 14 .... Aas (Norge).
Olsson, J. Civilingenjör. 15. Inedalsgatan 23 .... Stockholm.
Orton, B. Bergsingenjör. 03. Odengatan 39 .... Stockholm.
Osvald, H. Fil. Kand. 15. Heimdalsgatan 8 .... Stockholm.
Otterborg, R. Bruksägare. 00 .... Uppsala.
*Otto, C. M. Generalkonsul. 03. Schloss Trogenstein. Gries v. Bogen. (Tirol).
*Oxaal, J. Cand. Real. 12 .... Saude (Ryfylke).

Paijkull, G. Handelskemist. 95 .... Sofielund, Tungelsta.
Palén, A. G. P. Bergsing., Chefskem. 03. Rörstrandsg. 6 Stockholm.
Palmgren, J. Fil. Dr. 00. Geol. inst. .... Uppsala.
Petersson, W. Fil. Dr, Prof. 86. Norrlandsg. 24 Stockholm.
Petrén, J. G. Fil. Dr, Prof. 01. Birgerjarlsg. 73—75 Stockholm.
Pettersson, A. L. Th. Civilingeniör. 72 .... Lysaker, Kristiania.
Plathan, A. Fil. Dr. 03 .... Viborg (Finland)
Pompeckj, J. F. Fil. Dr, Prof. 96. Mus. f. Naturkunde. Berlin.
*von Post, L. Fil. Lic., Statsgeolog. *Styrelseledamot.* 02. Stockholm 50.
Puntervold, G. Bergmester. 00 .... Kristiansand.

*Quensel, P. Fil. Dr, Prof. 04. Stockholms högsk. *Föreningens sekreterare* .... Stockholm.

*Ramsay, W. Fil. Dr, Professor. 85 .... Helsingfors.
Rauff, H. Fil. Dr, Professor. 96. Leibnitzstrasse 91 Charlottenburg.
Ravn, J. P. J. Mus.-insp. Doc. 99. Östervoldsgade 7 Köpenhamn.
Réhn, G. C. Bergsingenjör. 00. Hornsgatan 8 ...... Stockholm.
Reusch, H. H. Fil. Dr, F. d. Ch. f. Norg. Geol. Und. 75 Kristiania.
Reuterskiöld, A. Fil. Stud. 16. Kungsgatan 63 ... Uppsala.
Richert, J. G. Fil. Dr, Prof. 97. Hjorthagsv. 63 ... Stockholm.
Rindell, A. Professor. 97 .... Åbo.
Ringholm, K. Fil. Kand. 98 .... Gävle.
Rocén, Th. Fil. Kand. 14. N. Slottsgatan 18 ...... Uppsala.
Rosén, K. D. P. Professor. 18. Enåsen 14 .... Lidingö villastad.
Rosén, Seth, Amanuens. 19. Geol. inst. .... Uppsala.
Rosenberg, O. Fil. Dr, Prof. 10. Tegnerlunden 4 Stockholm.
*Rudelius, C. Fil. Dr. 90 .... Åtvidaberg.
Rördam, K. Fil. Dr, Professor. 87. Hambros allé 10 Hellerup, Köpenhamn.

Sahlbom, Naima. Fil. Dr. 94. Eriksbergsg. 13 ... Stockholm.
Sahlin, C. A. Disponent. 91. Villagatan 13 .... Stockholm.
Sahlström, K. E. Fil. Dr, Sekreterare v. Sveriges geol. unders. *Föreningens skattmästare.* 08 .... Stockholm 50.
Samuelson, F. G. Disponent. 98 .... Vargön.
Samuelsson, G. Fil. Dr, Docent. 07 .... Uppsala.
Samuelsson, K. Fil. Kand., Amanuens. 19. Geograf. inst. Uppsala.
Sandegren, H. R. Fil. Dr, Statsgeolog. 10 .... Stockholm 50.
Sandler, K. Fil. Kand. 12 .... Prästmon.
Sandström, J. W. Byrådirektör. 08 .... Stockholm 2.

Santesson, O. B. Fil. Kand., Lektor. 12 .... Uppsala.
Sarauw, G. F. L. Fil. Lic., Intendent. 14. Priusg. 7 Göteborg.
Sarlin, E. Bergsingenjör. 00 .... Pargas.
Scheibe, R. Fil. Dr, Professor. 92. Wilmersdorf ... Berlin.
Schetelig, J. Professor. 12. Mineralog.-geol. mus. Kristiania.
Schiötz, O. E. Professor. 88. Eilert Sundtsgade 35 Kristiania.
Schnittger, B. Fil. Dr, Antikvarie. 11 .... Stockholm 15.
Schotte, G. Prof. Förest. f. Statens Skogsförsöksanstalt. 10 Lidingö villastad.
Schröder, H. Fil. Dr, Prof. 89. Invalidenstrasse 44 Berlin.
Schön, E. Fil. Kand. 13 .... Sundsvall.
Sederholm, J. J. Fil. Dr, Professor, Chef för Finlands Geol. Unders. 88 .... Helsingfors.
Segerstedt, P. J. Fil. Dr, Rektor. 05 .... Västervik.
*Sernander, J. R. Fil. Dr, Professor. 88 .... Uppsala.
Sidenvall, K. J. F. Kommerseråd. 99 .... Djursholm.
Sieger, R. Fil. Dr, Prof. 91. Geogr. Inst. der Univ. Graz.
Sieurin, E. Överingenjör. 10 .... Höganäs.
Simmons, H. G. Fil. Dr, Professor. 11 .... Ultuna, Uppsala.
*Sjögren, Hj. Fil. Dr, Professor. 77 .... Stockholm 50.
Sjögren, O. Fil. Dr, Docent. 05 .... Uppsala.
*Sjölander, A. T. Konsult. Ing. 04. Drottningg. 11 Stockholm.
Smedberg, O. Fil. Kand. 13. Hovslagareg. 3 .... Stockholm.
Smith, H. Fil. Dr, Docent. 10 .... Uppsala.
*Smith, H. H. Bergsingenjör. 93. Cam. Collets vej 6 Kristiania.
*Sobral, José M. Fil. Dr. 08. Acevedo 2341 .... Buenos Aires.
Soikero, J. N. 13 .... Outokumpu.
*Staudinger, R. Fil. Mag., Assessor. 97 .... Helsingfors.
Stenberg, K. Ingenjör. 17. Nyberget .... Smedjebacken.
Stenman, P. L. Direktör. 03 Upplandsg. 14 .... Stockholm.
Stensiö, E. A:son. Fil. Lic. 16. Geol. inst. .... Uppsala.
Sterner, M. Fil. Kand., Läroverksadjunkt. 16 .... Gävle.
Stollenwerk, E. W. Bergsingenjör. 03 .... Ammeberg.
Strandmark, J. E. Fil. Dr, f. d. Folkhögskoleförest. 10 Grimslöv.
Strokirk, C. G. Ingenjör, Förest. f. kem. station. 85 Härnösand.
Stutzer, O. Fil. Dr, Prof. 06. K. Bergsakademie. Freiberg i Sa.
Sundberg, J. O. Fil. Kand., Rektor. 85 .... Åmål.
Sundelin, U. Fil. Dr, Docent. 14 .... Landskrona.
Sundholm, O. H. Gruvingenjör vid Bergsstaten. 93 ... Blötberget.
Sundius, N. Fil. Dr, Statsgeolog. 08 .... Stockholm 50.
Svanberg, E. G. Bergsingenjör. 07. Dalagatan 26 Stockholm.
Svanberg, M. Ingenjör. 09 .... Hyllinge gruva.
Svedberg, I. Överingenjör. 96 .... Billesholm.
Svedmark, L. E. Fil. Dr, F. d. Statsgeol. 76. Kungsg. 68 Stockholm.
Svenonius, F. V. Fil. Dr, F. d. Statsgeolog. 76. Trädgårdsgatan 12 .... Uppsala.
Sylvén, N. Fil. Dr. 05 .... Svalöv.

Tamm, O. Fil. Dr, Docent v. Statens Skogsförsöksanstalt. 12. Hagagatan 52 .... Stockholm.
Tanner, V. Fil. Dr, Envoyé. 05 .... Bukarest.

Tegengren, F. R. Fil. Lic., Bergsingenjör. 07 ...... Peking.
Teiling, E. Fil. Lic., Lektor. 10 ...... Strängnäs.
Thomasson, H. Fil. Mag. 20. Sv. geol. unders. ...... Stockholm 50.
Thoroddsen, Th. Fil. Dr, Prof. 83. Fredriksbergs allé 50 Köpenhamn.
Tiberg, B. Gruvingenjör. 15. Bergsskolan ...... Falun.
Tillberg, E. W. Bergsingenjör. 00 ...... Västervik.
Tillberg, K. v. Häradshövding. 96. Linnégatan 83 Stockholm.
*Tolmatschow, I. P. Fil. Dr, Professor. 03 ...... Petrograd.
Torell, O. Bergsingenjör. 94 ...... Ammeberg.
*Tornérhielm, T. Ingenjör. 96 ...... Värml. Björneborg.
Troedsson, G. T. Fil. Dr, Docent. 11. Geol. inst. Lund.
Trommsdorff, Bibliotekarie. 10 ...... Danzig.
Trüstedt, O. Gruvingenjör. 95. Boulevardsg. 19 ...... Helsingfors.
*Trysén, A. F. d. Bergmästare. 77 ...... Luleå.

Veslien, J. G. H. Bergsingenjör. 18 ...... Långbanshyttan.
*Vesterberg, K. A. Fil. Dr, Professor. 86 ...... Herserud, Lidingö.
Vogt, J. H. L. Professor. 82 ...... Trondhjem.
Vogt, Th. Statsgeolog. 16. Norges geol. unders. ...... Kristiania.
Vrang, C. A. Disponent. 85. Dalagatan 16 ...... Stockholm.

Wadell, H. Fil. Stud. 18 ...... Stockholm.
Wadner, G. Föreståndare för kemisk station. 05 ...... Jönköping.
*Wahl, W. Fil. Dr. Professor. 03 ...... Åbo.
Wahlbom, A. Apotekare. 96 ...... Töreboda.
Wahlgren, E. Fil. Dr, Lektor. 12 ...... Malmö.
Wallén, A. Fil. Dr, Överdirektör och Chef för Statens Meteorologisk-Hydrografiska Anstalt. 07 ...... Stockholm 2.
Wallerius, I. Fil. Dr., Kyrkoherde. 94 ...... Göteborg.
Wallgren, E. Kapten, Statens förste torvingeniör. 16 Skara.
Wallin, G. Intendent. 93 ...... Malmberget.
Wallroth, K.-A. Myntdirektör. 83 ...... Stockholm.
*Wanjura, F. R. J. Bergsingenjör. 14 ...... Koskullskulle.
*Warburg, Elsa. Fil. Lic.., Amanuens. 10. Geol. inst. Uppsala.
Weibull, M. Fil. Dr, Professor. 82 ...... Alnarp, Åkarp.
Werenskiold, W. Fil. Dr, Doc. 19. Norg. geol. unders. Kristiania.
Wersén, G. Fil. Kand., Statshydrograf. 18 ...... Stockholm 2.
Wesslau, Eric, Bergsingenjör. 19 ...... Djursholm.
Westenius, E. Fil. Kand. 10. Engelbrektsg. 2 ...... Stockholm.
Westerberg, N. Kapten. 19 ...... Djursholm.
Westerdahl, S. G. Bergsingenjör. 16. Skeppareg. 70 Stockholm.
Westergård, A. H. Fil. Dr, Statsgeolog. 01 ...... Stockholm 50.
Westh, T. Claudi. Ingenjör. 94. Raadhusplads 45 Köpenhamn.
Westlund, E. Gruvingenjör. 16 ...... Dala-Finnhyttan.
Westman, J. Fil. Dr, Rektor. 00 ...... Nyköping.
Wichmann, A. Fil. Dr, Prof. 86. Min. Mus. der Univ. Utrecht.
Wikström, C. Fil. Kand. 06. Strandv. 33 ...... Stockholm.
Wilkman, W. W. Fil. Kand., Assist. 13. Geol. kom. Helsingfors.
Willén, N. Fil. Mag., Assistent v. Sv. geol. unders. 19 Stockholm 50.
*Wiman, C. Fil. Dr, Professor. 89 ...... Uppsala.

Winge, K. Fil. Lic., Förest. f. Filipstads bergsk. 94 Filipstad.
Witte, H. Fil. Dr. 05 Svalöv.
Wollgast, I. Fil. Kand., Ingenjör. 00. Scheeleg. 14. Stockholm.
Wäyrynen, H. A. Fil. Kand. 14. Geol.-min. inst. Helsingfors.

Yngström, L. Direktör. 12 Falun.

Zachrisson, T. K. O. Överingenjör. 95 Guldsmedshyttan.
Zenzén, N. Fil. Lic., Assistent. 04 Stockholm 50.
*Zettervall, S. Civilingenjör. 01 Zürich.

Åberg, Märta, f. Rubin. Fru. 94 Skåneg. 51 Stockholm.
Åhlander, T. E. Fil. Kand., Bibliotekarie. 00. Folkets hus Stockholm.
Åkerblom, D. Fil. Mag. 13. Hornsgatan 29 Stockholm.
*Åkerman, A. R. Fil. Dr, F. d. Generaldirektör. 75. Mariehill, Djurgården Stockholm.
Ålund, V. Jägmästare. 10 Umeå.

Öberg, P. E. W. Fil. Dr, F. d. Bergmästare. 74 Filipstad.
Öberg, V. Fil. Dr, F. d. Folkhögskoleförest. 73 Växjö.

Föreningen räknar den 1 januari 1920:

Korresponderande Ledamöter	18.
Ledamöter	475.
Summa	493.

Geologiska Föreningen

öfverlämnar sina Förhandlingar till följande institutioner, föreningar, sällskap.

Stockholm. *K. Jordbruksdepartementet.*
K. Ecklesiastikdepartementet.
Sveriges geologiska undersökning.
Statens skogsförsöksanstalt.
K. Kommerskollegium.
K. Vetenskapsakademien.
Riksmusei zoo-paleontologiska afdelning.
Riksmusei mineralogiska afdelning.
Stockholms högskolas geologiska institut.
Stockholms högskolas mineralogiska institut.
Tekniska högskolan.
K. Vitterhets-, historie- och antikvitetsakademien.
Svenska Sällskapet för antropologi och geografi. Svenska teknologföreningen.
Föreningen för skogsvård.
Svenska turistföreningen.

Jönköping. *Svenska mosskulturföreningen.*

Lund. *Geologiska institutionen.*
Geografiska institutionen.

Uppsala. *Universitetsbiblioteket.*
Geologiska institutionen.
Naturvetenskapliga sällskapets sektion för geologi.
Geografiska institutionen.

Adelaide. *Royal Society of South Australia.*

Albany. *New York State Library.*

Baltimore. *Johns Hopkins University.*
Maryland Geological Survey.

Bergen. *Bergens Museum.*

Berkeley. *University of California.*

Berlin. *Preussische Geologische Landesanstalt.*
Deutsche Geologische Gesellschaft.
Gesellschaft für Erdkunde.
Gesellschaft naturforschender Freunde.
Friedländer & Sohn.
Zentrale für naturwissenschaftliche Berichterstattung.

Bonn. *Naturhistorischer Verein der preuss. Rheinlande und Westfalens.*

Bordeaux. *Société Linnéenne.*

Budapest. *A magyar kiralyi Foldtani Intezet könyvtaranak.*

Buenos Aires. *Instituto Geografico Argentino.*

Buffalo.	*Society of Natural Sciences.*
Calcutta.	*Geological Survey of India.*
Cobumbus.	*American chemical society.*
Danzig.	*Naturforschende Gesellschaft.*
Edinburg.	*Geological survey of Scotland.*
Elberfeld.	*Naturwissenschaftlicher Verein.*
Freiberg.	*Bergakademie.*
Gotha.	*Dr A. Petermanns Geographische Mitteilungen.*
Graz.	*Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark.*
Greifswald.	*Geographische Gesellschaft.*
	Naturwissenschaftlicher Verein für Neu-Vorpommern und Rügen.
Halifax.	*Nova Scotian Institute of Natural Sciences.*
Halle.	*Sächsisch-Thüringischer Verein für Erdkunde.*
	Leop. Carol. Akademie der Naturforscher.
Helsingfors.	*Geologiska Kommissionen.*
	Sällskapet för Finlands geografi.
	Geografiska Föreningen.
	Universitetets Mineralkabinett.
	Hydrografiska Byrån.
	Finska forstsamfundet.
Kiel.	*Naturwissenschaftl. Verein für Schleswig-Holstein.*
Kiew.	*Société des Naturalistes.*
Kolozsvár.	*Mineralogisch-geologisches Institut der Universität.*
Krakau.	*Académie des Sciences.*
Kristiania.	*Norges geologiske Undersökelse.*
	Det norske geografiske Selskab.
	Mineralogisk-geologisk museum.
Königsberg.	*Physikal.-ökonomische Gesellschaft.*
Köpenhamn.	*Danmarks geologiske Undersögelse.*
	Dansk geologisk Forening.
	Universitetets mineralogiske Museum.
	Universitetets geografiske Laboratorium.
Leipzig.	*Sächsiche geologische Landesanstalt.*
Lille.	*Société géologique du Nord.*
Lissabon.	*Servico geologico de Portugal.*
London.	*Geological survey and museum.*
	Geological Society.
	Geologists' Association.
	Geological Record.
Madison.	*Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters.*
Madrid.	*Comision del Mapa Geológico de España.*
Melbourne.	*Geological Society of Australasia.*
Mexico.	*Instituto Geologico de Mexico.*
Minneapolis.	*University of Minnesota.*
Montreal.	*Mc Gill University.*
Moskva.	*Société des Naturalistes.*
München.	*Bayerische Akademie der Wissenschaften.*
Newcastle.	*Institute of Mining and Mechanical Engineers.*
New Haven.	*American Journal of Science.*

New York.	*Academy of Sciences.*
	Geological society of America.
Novo-Alexandria.	*Annuaire géologique et minéralogique de la Russie.*
Ottawa.	*Geological Survey of Canada.*
Paris.	*Société géologique de France.*
	Ecole nationale des mines.
Perth.	*Geological Survey of Western Australia.*
Petrograd.	*Comité géologique de la Russie.*
	Section géologique du Cabinet de sa Majesté.
	Académie des Sciences.
	Musée geologique Pierre le Grand.
	Société Minéralogique.
	Société des Naturalistes.
Philadelphia.	*Academy of natural Sciences.*
Pisa.	*Società Toscana di scienze naturali.*
Rennes.	*Société géologique et minéralogique de Bretagne.*
Riga.	*Naturforscher-Verein.*
Rochester.	*Rochester Academy of Sciences.*
Rock Island.	*Augustana College.*
Roma.	*R. Ufficio geologico d'Italia.*
	Società geologica Italiana.
	R. Accademia dei Lincei.
Rostock.	*Verein der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg.*
San Francisco.	*California Academy of Sciences.*
São Paulo.	*Commissao geografica e geologica.*
Strassbourg.	*Service géologique.*
Sydney.	*Geological Survey of New South Wales.*
Tokyo.	*Teikoku-Daigaku.*
Toronto.	*Canadian Institute.*
Tromsö.	*Tromsö Museum.*
Trondhjem.	*Det k. norske Videnskabers Selskab.*
Urbana.	*State Geological Survey.*
Washington.	*U. S. Geological Survey.*
	Smithsonian Institution.
Wellington.	*Dominion Museum.*
Wien.	*Geologische Staatsanstalt.*
	Geologische Gesellschaft.
	Naturhistorisches Hofmuseum.
	Redaktion vom Geographischen Jahrbuch.
Åbo.	*Geologisk-Mineralogiska Institutionen, Åbo Akademi.*

GEOLOGISKA FÖRENINGENS
I STOCKHOLM
FÖRHANDLINGAR.

BAND 43. HÄFT. 1—2. N:o 344.

On Fluocerite and Tysonite.

By

Per Geijer.

In 1818, Berzelius[1] described as »neutralt flusspatsyradt cerium» a new mineral from the granite pegmatites of Finnbo and Broddbo, near Falun. From an analysis of a specimen from Broddbo, Berzelius considered it a combination of the fluoiure and the fluoride of cerium. The name *fluocerite* was given by Haidinger.[2] Crystallographic data about the fluocerite from Broddbo have been published by A. E. Nordenskiöld[3] and G. Flink.[4]

A fluoride of the cerium metals, $(Ce, La, Di)F_3$, from the granite pegmatites of the Pike's Peak region in Colorado, was described in 1880 by Allen and Comstock[5], who called it *tysonite*. Dana[6] thought it probable that the fluocerite from Broddbo and the tysonite might be identical.

In larger amounts than at Finnbo or Broddbo, fluocerite was discovered in a granite pegmatite at Österby, 22 kilometers south of Falun.[7] It was described by M. Weibull in a series of papers.[8] From a number of accordant analyses, Weibull concluded[9] that the mineral was an oxyfluoride, of the formula $(Ce, La, Di)_2OF_4$.

During a study of the cerium minerals of the Bastnäs mines at

[1] Afhandl. i Fysik, Kemi och Mineralogi, V, p. 55.
[2] Handb. best. Min., 1845, p. 500.
[3] Öfv. K. V. A. Förhandl., 27, 1870, p. 550 (Stockholm 1871).
[4] Arkiv för kemi, mineralogi och geologi (K. V. A.), III, n:o 35, p. 28 (Stockholm 1910).
[5] Am. Journ. Science, 1880, XIX, p. 284.
[6] Mineralogy, 1892, p. 166.
[7] The pegmatite at Österby belongs to the same geological group as those of Finnbo, Broddbo and Kårarvet, near Falun.
[8] G. F. F. 8 (1886), p. 496, 12 (1890), p. 535, and 20 (1898), p. 54.
[9] G. F. F. 8 (1886), p. 498.

Riddarhyttan,[1] I encountered microscopical grains of a mineral that could be examined only by the methods of ordinary microscopical petrography. It turned out to be either fluocerite or tysonite, but the published data about the optical properties of these minerals did not permit any decision which one it was. I therefore undertook an examination of the fluocerites from Broddbo and Österby. From the Mineralogical Department of the National Museum of Natural History, I obtained a fluocerite specimen from Broddbo, which originally had belonged to BERZELIUS' own collection of minerals. From the Mineralogical and Geological Institute of the University of Lund, WEIBULL'S material from Österby was put at my disposal.

It soon became evident that the fluocerite — from both localities — and the tysonite must be very closely similar in their optical properties. The study therefore turned into an attempt to find out whether these minerals really are different species.

The *fluocerite from Broddbo* is of a light yellowish brown colour, and consists of a limpid mass, penetrated in all directions by fine veinlets of a dull yellowish gray substance. One cleavage system is discernible. In a thin section cut parallel to this system, the clear substance between the veinlets of alteration products shows the characteristics of a *negative uniaxial* crystal cut perpendicularly to the optical axis. The cleavage is thus shown to be parallel to the basis, (0001). On another fragment, the indices of refraction were determined on the total reflectometer of Abbe-Pulfrich, with the results, for Na light:

$$\omega = 1{,}618;\ \varepsilon = 1{,}611;\ \omega - \varepsilon = 0{,}007.$$

The specific gravity of the Broddbo fluocerite is given by BERZELIUS as 4,7. As this figure seemed suspiciously low, I undertook a new determination which resulted in the *spec. gravity 5,73.* BERZELIUS' figure 4,7 is probably due to a typographical error.

To the unaided eye, the *Österby fluocerite* looks more altered than that from Broddbo. This is also verified by the microscopical examination. The alteration has proceeded in the same way as in the Broddbo mineral. The alteration products are in part *bastnäsite*, which can be identified by its high refraction and birefringence and its positive uniaxial character. It is oriented parallel to the fluocerite. In the more earthy alteration products,

[1] The results of this investigation will be published in the memoirs of the Geological Survey of Sweden.

however, there is probably also some other mineral, perhaps lanthanite — as suggested by HIDDEN[1] for alteration products observed in the tysonite — or a hydrate of cerium.

WEIBULL found the fluocerite from Österby *negatively uniaxial*, with a high refraction and a birefringence of 0.002. Using the immersion method for determining the refraction, I found:

$$1{,}624 > \omega > \varepsilon > 1{,}603.$$

The presence of much alteration products made it difficult to get more exact figures. On the reflectometer. a line corresponding to 1,618 (Na light) was dimly discernible. In view of the results obtained on the Broddbo material, and the figures just quoted, this is probably ω. The birefringence could not be determined with sufficient accuracy. but I should estimate it to be higher than WEIBULL's figure 0,002, rather about the figure found for the Broddbo fluocerite. The occurrence of twinning lamellæ has already been described by WEIBULL, who found that they follow a pyramidal or rhombohedral face.

The Österby fluocerite shows a basal and a prismatic cleavage (WEIBULL). Its *specific gravity* is 5,70 according to WEIBULL. RAMMELSBERG[2] found 5,56 for the least altered parts, and lower figures for other particles, the gravity going down as the percentage of water increases.

The *tysonite* is *uniaxial, negative*,[3] with $\omega = 1{,}613$ (Na light); $\varepsilon = 1{,}607$; $\omega - \varepsilon = 0{,}006$[4]. The specific gravity is 6,01[5] to 6,14.[6] The cleavage is basal and prismatic.[7] Bastnäsite often replaces the tysonite, but there is also sometimes a development of a white alteration product, with the spec. gravity 4,15 and suggested by HIDDEN[8] to be a mixture of bastnäsite and lanthanite.

Crystallographically, no distinction has been proved between the three minerals that are considered here. All of them are hexagonal. The axial ratio of the Broddbo fluocerite was found by FLINK to be 1 : 1,7736, while WEIBULL found 1 : 1,06 on the Öster-

---

[1] Am. Journ. Science, XLI, 1891, p. 439.
[2] Handb. d. Mineralchemie, 2:nd ed, 2:nd suppl., p. 84.
[3] A. LACROIX, in Bull. Soc. Franc. Minéralogie, 1912, p. 112.
[4] C. HLAWATSCH, with R. KOECHLIN in Tscherm. Min. Petr. Mitteilungen, 1912, p. 532.
[5] HIDDEN, l. c.
[6] ALLEN and COMSTOCK, l. c.
[7] KOECHLIN, see above under 2.
[8] L. c.

by mineral. HINTZE[1] points out, however, that the faces observed on these two minerals can be referred to the same axial ratio, if the possible errors due to the very unfavourable development of the crystal faces are considered. For the tysonite, E. DANA[2] found 1 : 0,68681, but later researches by LACROIX[3] and KOECHLIN[3] have given very nearly the same figure for the bastnäsite, which makes LACROIX suggest that the faces measured by DANA are those of the replacing bastnäsite, and do not belong to the tysonite.

Below are listed all available analyses of fluocerite and tysonite. It is at once apparent that the original analysis of the tysonite is almost identical to BERZELIUS' fluocerite analysis.[4] It is probable,

	F	Ce_2O_3	$(La,Di)_2O_3$	$(Y,Er,Yt)_2O_3$	H_2O	$CaCO_3$[5]	Sum	— O	Rest
I	[16,24][6]	82,64		1,12	—	—	100.	—	—
II[7]	[17,36]	82.64		—	—	—	100.	—	—
III	28,71	42,89	39,31	—	—	—	112,03 [8]	12,08	99,95
IV	19,28	45,25	37,35	3,90	1,93	1,48	109,19 [9]	—	—
V	19,09	44,09	38,56	4,30	2,09	1,58	109,71 [9]	—	—
VI	19,77	46,69	34,76	3,41	1,34	1,40	107,37 [9]	—	—
VII	19,84	48,11	33,32	4,23	—	1,54	107,04 [9]	—	—
VIII	19,49	46,03	36,00	3,96	1,78	1,50	108,76	8,21	100,55
IX	20,72	84,48		3,39	—	—	108,59	—	—

I Fluocerite, Broddbo, anal. BERZELIUS (l. c.).
II Tysonite, ALLEN & COMSTOCK (l. c.),[7] (mean of two analyses).
III » , anal. HILLEBRAND (Am. Journ. Science, 1899, VII, p. 52).
IV Fluocerite, Österby, anal. WEIBULL (G. F. F. 8, 1886, p. 498).
V » » » » ; same specimen as No. IV (*ibid.*).
VI » » anal. TEDIN (*ibid.*).
VII » » » » ; same specimen as No. VI (ibid.).
VIII » » . average of analyses IV—VII.
IX » » , anal. RAMMELSBERG (Mineralchemie, 1895, p. 84).

---

[1] Handb. d. Mineralogie, I, p. 2569.
[2] Am. Journ. Science, 1884, XXVII, p. 481.
[3] L. c.
[4] That BERZELIUS did not directly determine the fluorine content is probably explained by imperfections in the methods of analytical chemistry at that time (1818).
[5] WEIBULL has determined the CaO and calculated it as calcite, although there was but little effervescence when the material was treated with hydrochloric acid. It is more probable that the CO_2 thus observed come from Ce and La compounds.
[6] Figures for the fluorine are given in brackets, when calculated from the difference.
[7] ALLEN and COMSTOCK give the percentages in metals (Ce 40,19; La,Di 30,37), and the fluorine as difference. I have calculated the cerium metals as oxides, using the atomic weights given by ALLEN and COMSTOCK, in order to show the accordance with BERZELIUS' analytical figures for the fluocerite.
[8] Incl. 0,11 Fe_2O_3, 0,18 CaO, 0,30 Na_2O, 0,53 CO_2.
[9] Incl. traces of Al and Cl.

however, that the presence of alteration products in the fluocerite lowers the fluorine percentage below that later (by HILLEBRAND) found in the tysonite. Certain observations made in analyzing the fluocerite caused BERZELIUS to regard it as a combination of the fluoride and fluorure of cerium, probably $CeF + Ce_2F_3$. However, according to a verbal communication by Dr R. MAUZELIUS, the facts related by BERZELIUS cannot be accepted as proofs for this chemical character.

WEIBULL explained the analytical results on the Österby fluocerite through the oxyfluoride formula $(Ce,La,Di)_2OF_4$. He points out that a mixture of the fluoride and the *oxide* of the same metals (the latter then supposed to have formed through the alteration of the fluoride), in the approximate propoition $2R_2F_3 + R_2O_3$, is also in accordance with the analyses, but finds it very improbable that a mixture of this origin could be so homogeneous as is indicated by the analyses.

Summing up, we find the following to be known about the properties of the two fluocerites and the tysonite.

With regard to *symmetry*, it is only known that all of them are hexagonal; no differences in the axial ratio have been proved. The *optical properties* are identical, as is also the *cleavage*. The differences in *specific gravity* are not greater than is to be expected in view of the more or less altered state of the fluocerites. In the *chemical composition*, only the remarkable regularity in the fluorine content of the Österby fluocerite can be produced as an argument against regarding it as a partially altered fluoride. In the judgment of the present writer, this argument is not convincing, in view of the rather altered state of the material and the mineral's identity with the fluoride in physical properties.

There is, then, hardly any reason to doubt that *the fluocerite and the tysonite are one and the same mineral species*, with the formula $(Ce,La,Di)F_3$.

This raises a priority question. However, but for the wrong figure for the specific gravity in BERZELIUS' original description of the fluocerite, there was nothing, at the time of the first description of the tysonite, to indicate that this mineral was different from the fluocerite. This fact makes the writer prefer the name *fluocerite.*

Geological Survey of Sweden, Dec. 1920.



Über das Mineral Allaktit.

Von

G. Aminoff.

Literatur.

1. 1884 Sjögren, Ant. Allaktit, ett nytt manganarseniat från Mossgrufvan å Nordmarksfältet. Geol. För. Förh. **7**, p. 109.
2. » Idem. Allaktit, ein neues Mineral von Nordmarks Gruben. Öfv. Vet. Ak. Förhandl. Stockholm. **41**, N:o 3, p. 29.
3. » Sjögren, Hj. Kristallografiska studier VIII. Allaktit från Nordmarken. Geol. För. Förh. **7**, p. 220.
4. 1885 Krenner, J. Beitrag zur Kenntniss der optischen Verhältnisse des Allaktites. Zeitschr. f. Kryst. **10**, p. 83.
5. » Sjögren, Hj. Ueber die Manganarseniate von Nordmarken in Wermland. Ibid. p. 113.
6. 1887 Sjögren, Ant. Allaktit von Långban. Öfv. Vet. Ak. Förhandl. Stockholm **44**, N:o 3, p. 107.

Historik. Das Mineral Allaktit wurde im Herbst 1883 von dem Disponenten J. E. Jansson in der eigentümlichen, porösen Kalkspatbildung in der *Mossgrube auf dem Nordmarksfelde* entdeckt, die unter dem Namen Mangankalk bekannt ist. Anfänglich nahm man an, es sei Axinit, aber die Untersuchungen Ant. und Hj. Sjögrens offenbarten bald den wirklichen Charakter des Minerals. Das damals gewonnene Material liegt den vorstehend zitierten Publikationen Ant. und Hj. Sjögrens zu Grunde. Der Vorhandene Vorrat scheint ziemlich bald erschöpft worden zu sein. Im Jahre 1889 wurde wiederum Allaktit in der Mossgrube angetroffen. Dieser

Fund ist in kristallographischer Hinsicht weniger bedeutend als der erste. Er wird in der mineralogischen Abteilung des Reichsmuseums, etikettiert »Mossgruvan 1889», aufbewahrt. Ein dritter Fund wurde 1910 in der *Brattforsgrube* in einem andern Teil des Nordmarksfeldes zusammen mit dem Mineral Katoptrit[1] gemacht.

Bei *Långbanshyttan* wurde das Mineral zum ersten Mal von dem Disponenten H. V. TIBERG im Herbst 1886 beobachtet, laut Angabe auf 60 *m* Niveau in der Collegii-Grube. Der Fund wurde von dem Steiger BOM, einem in der Geschichte der Långbans-Gruben bemerkten Mineralsammler, gemacht.

An diesem Material wurden zwei Analysen, von ANT. SJÖGREN und von C. H. LUNDSTRÖM, ausgeführt. Der den Allaktit begleitende Schwerspat weckte ein gewisses Aufsehen, da sich nämlich herausstellte, dass er einige % MnO enthielt.

Gegen Ende des Jahres 1907 trafen in der Mineralog. Abteilung des Reichsmuseums Proben von einem Mineral von Långbanshyttan ein, das man am Fundort nicht identifizieren konnte. Dasselbe wurde von Dr. G. FLINK, dem derzeitigen Assistenten am Museum, als Allaktit erkannt. Trotz energischer Versuche den Fund, wovon man Proben erhalten hatte, für das Museum zu erwerben, gelang dies doch erst im Jahre 1913, wo der Mineralog. Abteilung Gelegenheit geboten wurde, den Fund für eine beträchtliche Summe einzulösen. Derselbe besteht aus zwei grösseren, der Mineralassociation der Kalkspatspalten angehörenden Stufen. In der Assoziation gewahrt man, ausser den hübschen Allaktitkristallen, u. a. *Tilasit*. Die Stufen dürften zu den hervorragenderen Unika des Museums gehören.

Von der zweiten Hälfte des Jahres 1913 an und noch einige weitere Jahre wurde bei Långbanshyttan gediegenes Blei in oft grossen Mengen angetroffen. In dieser Assoziation, die von Verf.[2] die Blei-Pyrochroit-Assoziation genannt worden ist, ist auch als eines der charakteristischsten Mineralien Allaktit enthalten, teils in einem grobkristallinischen Typ, wovon nur selten isolierte Kristalle bemerkt werden, teils in Form von kleinen Kristallbüscheln, teils endlich als kleine, dünne, in Kalkspatmatrix eingebettete Kristalle. Vom Verf. wurde, bei einem Besuch bei Långbanshyttan im Frühjahr 1916, eine Stufe von dieser Assoziation, eine Gruppe Allaktitkristalle von c:a 15 *mm* Länge führend, teilweise jedoch etwas zerbrochen, angetroffen. Die Stufe, die eine der wertvollsten in der Sammlung der Stockholmer Hochschule von Långbanshytte-

[1] Geol. För. Förh. **39** (1917), p. 426.
[2] Ibid. **40** (1918), p. 535.

mineralien ist, gewinnt an Interesse durch das Vorkommen eines kleinen, ungewöhnlich hübschen Bleikristalles von der Kombination {100} {111} {110} + eines Tetrakishexaeders.

In diesem Jahre endlich, (1920), wurde bei Långbanshyttan ein weiterer Fund von Allaktit gemacht, bestehend aus kleinen Kristallen, die auf Schwerspatkristallen angewachsen sind und in Drusen oder Spalten im Dolomit vorkommen.

Verf. begann in Sommer 1918 eine optische Untersuchung des mit dem Blei assoziierten Allaktits. Im Frühjahr 1920 wurde diese Aufgabe wiederaufgenommen und eine kristallographische Untersuchung des letzten Allaktitfundes bei Långbanshyttan begonnen. Da hierdurch eine neue Berechnung der geometrischen Konstanten nebst erneuerter Diskussion von Aufstellung etc. nötig wurde, wurde die Arbeit dahin ausgedehnt, dass sie auch die übrigen Typen von Allaktit von Långbanshyttan umfasste. Zum Vergleich wurden auch einige Kristalle aus der Mossgrube untersucht. Dr. Flink, der früher eine Untersuchung des Allaktits von Långbanshyttan angefangen hatte, hatte die Freundlichkeit, dem Verf. die von ihm herauspräparierten Kristalle zur Verfügung zu stellen. Ebenfalls hat Verf. den Vorteil genossen, sich der Notizen D:r Flinks zu bedienen, woraus Verf. einige Anagben in Bezug auf die Historik des Minerals und betreffend die Paragenesis desselben entnommen hat.

Geometrische Kristallographie.

Hj. Sjögren [5] gibt in Bezug auf die geometrische Kristallographie des Minerals, als Resultat von Messungen an 7 Kristallen, folgenden Daten an.

Symmetrie: monoklin holoedrisch

$$a : b : c = 0,6127 : 1 : 0,3338$$

$$\beta = 84^\circ\ 16'$$

Beobachtete Formen (»Genau bestimmbare Formen»):

a	g	k	f	l	n	o	r	b	h	e
{100}	{910}	{310}	{320}	{210}	{110}	{340}	{150}	{010}	{$\bar{1}$01}	{101}

p	m	i	d
{504}	{111}	{252}	{141}.

Verf. hat, wie nachstehend ausführlicher motiviert wird, die Sjögrensche Aufstellung folgendermassen transformiert:

$$pq \text{ (Sjögren)} \longrightarrow p\,\frac{3\,q}{4} \text{ (Aminoff)}.$$

In dieser Aufstellung sind die vom Verf. beobachteten sicheren Formen folgende (Sjögrens Buchstabenbezeichnung ist beibehalten):

	b	a	*t	o	n	f	e	*x	h	i
pq	$0\,\infty$	$\infty\,0$	$\infty\,2$	∞	$\frac{4}{3}\infty$	$2\,\infty$	10	30	—10	12
Miller	{010}	{100}	{120}	{110}	{430}	{210}	{101}	{301}	$\{\bar{1}01\}$	{121}

	d	*v	*q
pq	13	—21	01
Miller	{131}	$\{\bar{2}11\}$	{011}.

Verf. hat 27 Kristalle gemessen, darunter 7 von der Mossgrube. Des weiteren ein Teil sind auf dem Goniometer geprüft worden. Die beobachteten Kombinationen sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tab. 1.

Kristall N:o	1	Långbanshyttan	.	a	.	.	.	f	e	.	.	.	.	.	q	
	2	»	b	a	.	.	.	f	e	.	.	.	d	.	q	Fig. 1
	3	»	b	a	.	.	.	f	e	.	.	.	d	.	q	
	4	»	b	a	t	.	n	f	e	.	h	i	.	.	q	
	5	»	b	a	t	.	.	f	e	.	h	.	.	.	q	
	6	»	b	a	t	.	.	f	e	.	.	.	d	.	q	
	7	»	b	a	t	.	.	f	e	.	h	.	d	.	q	Fig. 2
	8	»	.	a	.	.	.	f	e	.	h	.	d	.	.	Fig. 3
	9	»	.	a	.	.	.	f	e	.	h	.	d	.	.	
	10	»	.	a	t	o	.	f	.	.	.	.	.	.	.	
	11	»	.	a	t	o	.	f	e	.	h	.	.	.	.	
	12	»	.	a	t	o	.	f	.	.	h	.	.	.	.	
	13	»	b	a	.	o	.	f	e	.	h	.	.	.	.	
	14	»	b	a	.	o	.	f	e	.	h	.	.	.	q	
	15	»	b	a	.	o	.	f	e	x	h	.	.	v	q	
	16	»	.	a	.	.	.	f	e	x	.	.	.	.	.	
	17	»	b	a	.	o	.	f	e	.	h	.	.	.	.	
	18	»	b	a	t	o	.	f	e	x	h	.	d	v	q	Fig. 4
	19	»	b	a	.	.	.	f	e	.	h	i	d	.	q	Fig. 5
	20	»	b	a	t	o	.	f	e	x	h	.	.	v	q	

Kristall N:o 21 Mossgrube . .	.	a	.	.	.	f	e	.	h	.	d	.	.	
22 » . .	.	a	.	.	.	f	e	.	h	.	d	.	.	
23 » . .	.	a	.	.	.	f	e	.	h	.	d	.	.	
24 » . .	.	a	.	.	.	f	e	.	h	.	d	.	.	
25[1] » . .	.	a	.	.	.	f	e	.	h	.	d	.	.	Fig. 6
26 » . .	.	a	.	.	.	f	e	.	h	.	d	.	.	
27 » . .	.	a	.	.	.	f	e	.	h	.	d	v	.	
Frekvenz	13	27	9	9	1	27	25	4	21	2	15	4	12	

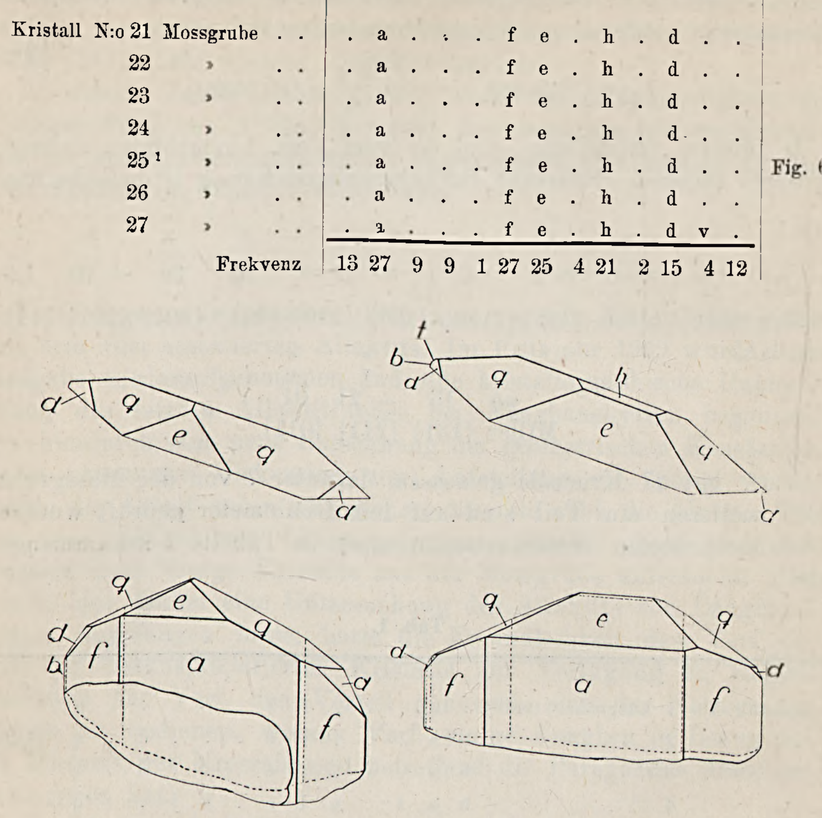


Fig. 1. Kristall N:o 2. Fig. 2. Kristall N:o 7.

Berechnung der Elemente. Das Mineral Allaktit bietet für eine genaue Feststellung der geometrischen Konstanten besonders grosse Schwierigkeiten dar. Hierzu trägt die Tendenz zu Kompositenbildung bei, die sehr stark ist, wie auch die Tatsache dass die Positionen der Flächen oft schwankend sind, ein Umstand, der auch von SJÖGREN hervorgehoben wird. Um so gute Werte wie möglich zu erhalten, hat Verf. in der Regel sehr kleine Kristalle (∾ 0,5 *mm*) gemessen. V. GOLDSCHMIDTS Goniometer in RHEINHEIMERS Ausführung wurde angewendet, wobei in den meisten Fällen die signalverkleinernde Linsenkombination in Gebrauch gewesen ist. Winkel von Kristallen von verschiedenem Typ unterschieden sich nicht merklich von einander, weshalb bei der Berechnung alle Typen angewendet wurden.

[1] Hierzu — 40?

Nachdem die unsicheren Werte beiseite gelassen waren, wurde die Berechnung folgendermassen fortgeführt.

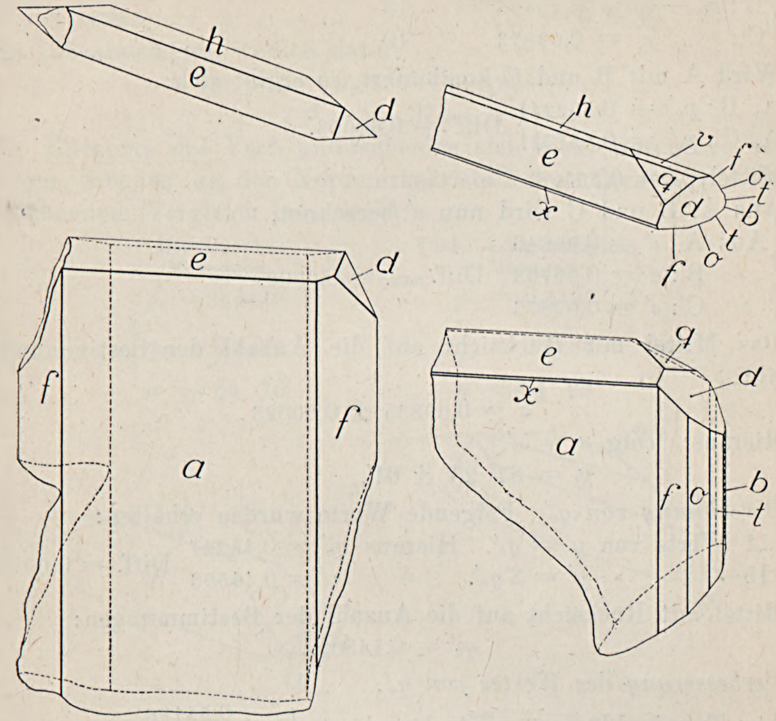


Fig. 3. Kristall N:o 8. Fig. 4. Kristall N:o 18.

Prismenflächen. Berechnung von $\frac{p_0'}{q_0'}$. Folgende Bestimmungen wurden gemacht:

| 63 Werte von $\frac{2\,p_0'}{q_0'}$ aus $f = 2\infty$. Hieraus $\frac{p_0'}{q_0'} = 1{,}21645$
| 11 » » $\frac{p_0'}{2\,q_0'}$ aus $t = \infty 2$. » » $= 1{,}22834$
| 9 » » $\frac{p_0'}{q_0'}$ aus $o = \infty$. » » $= 1{,}24220$

Hieraus wird mit Rücksicht auf die Anzahl Bestimmungen als Mittel berechnet:

$\frac{p_0'}{q_0'} = 1{,}22082$ (Bestimmt aus 83 Messungen).

Terminalflächen. Berechnung von p_0', e' und μ. Folgende Gleichungen wurden erhalten:

	Anzahl Bestimmungen
A : $p_0' + e' = 0{,}65044$	35
B : $p_0' - e' = 0{,}45405$	18
C : $e' = 0{,}09873$	10

Wird A mit B und C kombiniert, so ergibt sich:

A, B : $p_0' = 0{,}55224$
A, C : $p_0' = 0{,}55171$ } Diff $= 0{,}00053$.

Mittel $p_0' = 0{,}55198$.

Aus A, B und C wird nun e' berechnet:

Aus A : $e' = 0{,}09846$
» B : $e' = 0{,}09793$ Diff.$_{\text{max.}} = 0{,}0008$.
» C : $e' = 0{,}09873$

Das Mittel mit Rücksicht auf die Anzahl der Bestimmungen ergibt:

$$e' = 0{,}09835 \pm 0{,}00023$$

Hieraus: $\cot g\, \mu = e'$

$$\mu = 84^\circ\, 23' \pm 01'.$$

Berechnung von q_0' Folgende Werte wurden erhalten:

11 Werte von $y' = q_0'$. Hieraus $q_0' = 0{,}45227$
15 » » $y' = 3\,q_0'$. » » $= 0{,}44503$ } Diff. $= 0{,}00724$.

Mittel mit Rücksicht auf die Anzahl der Bestimmungen:

$$q_0' = 0{,}44809.$$

Verbesserung des Wertes von q_0'.

Aus Terminalflächen wurde berechnet: $\frac{p_0'}{q_0'} = \frac{0{,}55198}{0{,}44809} = 1{,}23186$

Aus Prismen: » » $\frac{p_0'}{q_0'} = 1{,}22082$

Wird der Bestimmung von $\frac{p_0'}{q_0'}$ aus Prismen den doppelten Wert beigelegt gegen dieselbe Bestimmung aus Terminalflächen, so erhält man als Mittel:

$$\frac{p_0'}{q_0'} = 1{,}22450$$

Hieraus kann der Wert von q_0' verbessert werden. Dieser ist nämlich weniger sicher als der vorstehend erhaltene Wert von p_0' (Vergl. die Differenzen). Eine Korrektur von q_0' wird wie folgt ausgeführt:

$$\begin{cases} \frac{p_0'}{q_0'} = 1{,}22450 \\ p_0' = 0{,}55198 \end{cases}$$

$$\therefore\ q_0' = 0{,}45078$$

Definitive Polarelemente sind also:

$$\begin{cases} p_0' = 0{,}5520 \\ q_0' = 0{,}4508 \\ e' = 0{,}0983 \end{cases} \quad \text{Hieraus wird berechnet:} \quad \begin{cases} p_0 = 0{,}5493 \\ q_0 = 0{,}4486 \quad \mu = 84^\circ 23' \\ e = 0{,}0978 \end{cases}$$

Die Linearelemente werden dann:

$$a : b : c = 0{,}8206 : 1 : 0{,}4508$$

$$\beta = 95^\circ\ 37'.$$

Die Elemente des Verf. unterscheiden sich nicht wesentlich von den von SJÖGREN an den Nordmarkskristallen erhaltenen, wie aus nachstehendem Vergleich hervorgeht:

HJ. SJÖGREN. Mossgrube.	VERF. Långbanshyttan + Mossgrube.
$p_0 = 0{,}5448$	$p_0 = 0{,}5493$,
$\frac{4}{3} q_0 = 0{,}4428$	$q_0 = 0{,}4486$
$\mu = 84^\circ\ 16'$	$\mu = 84^\circ\ 23'$

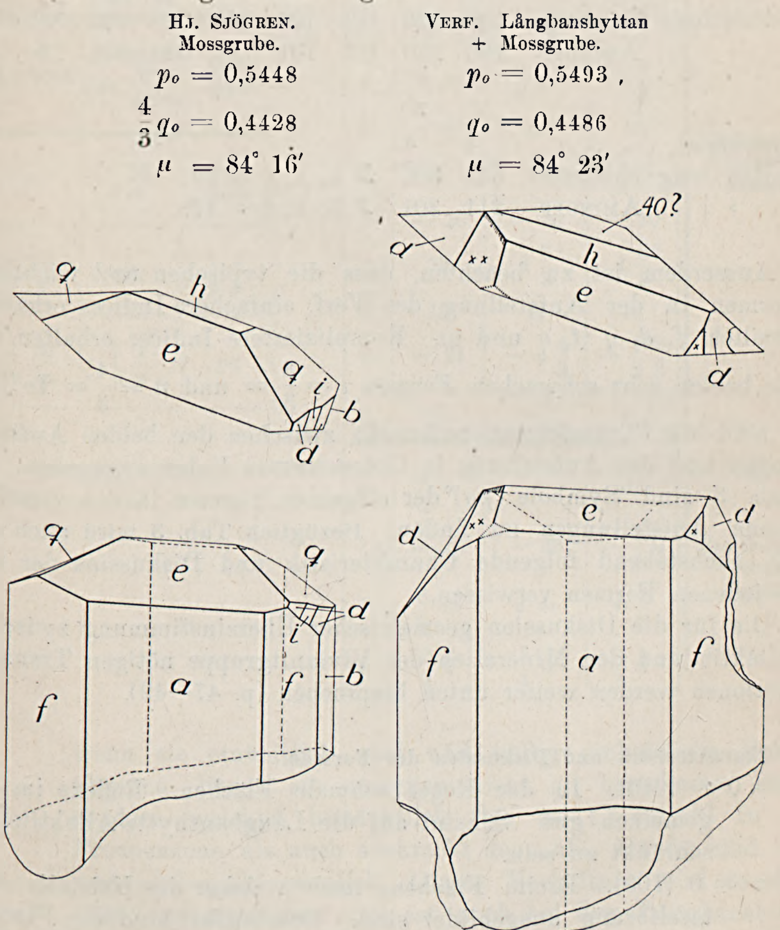


Fig. 5. Kristall N:o 19.

Fig. 6. Kristall N:o 25.

× = Irrationelle Fläche. $\varphi, \varrho = 47^\circ 11', 49^\circ 47'$
× × = » » $\varphi, \varrho = 42^\circ 09', 47^\circ 39'$

Diskussion der Aufstellung. Die Transformation der SJÖGRENschen Aufstellung, welche Verf. vorgenommen hat, wurde bedingt durch das allgemeine Auftreten der Formen $t = \infty 2$ und $q = 01$ an den Långbanshytte-Kristallen, welche Formen in der älteren Aufstellung Indices erhalten, die im Verhältnis zur Frequenz der Formen zu hoch sind. Das Berechtigte der Transformation des Verf. geht aus folgender Übersicht hervor.

		a	f	e	h	d	b	q	t	o
Frequenz[1]		34	34	31	25	21	13	12	9	10
Aufstellung	SJÖGREN	100	320	101	$\bar{1}01$	141	010	043	380	340
»	AMINOFF	100	210	101	$\bar{1}01$	131	010	011	120	110

		v	x	
Frequenz[1]		4	4	
Aufstellung	SJÖGREN	$\bar{6}43$	301	Σ h, k, l = 59
»	AMINOFF	$\bar{2}11$	301	Σ h, k. l = 29.

Ausserdem ist zu beachten, dass die typischen und wichtigen Formen in der Aufstellung des Verf. einfachere Indices erhalten, nämlich *f*, *d*, *q* (*t*, *o* und *v*). Kompliziertere Indices erhalten nur die beiden sehr schwachen Formen $l = \frac{8}{3} \infty$ und $n = \frac{4}{3} \infty$. In Tab. 2 sind die Transformationsformeln zwischen den beiden Aufstellungen und der Aufstellung in GOLDSCHMIDTS Index angegeben. In Tab. 3 sind Symbole (*pq*) der einzelnen Formen in den verschiedenen Aufstellungen zu finden. Bezüglich Tab. 3 wird auch auf die nachstehend folgende Charakteristik und Diskussion der verschiedenen Formen verwiesen.

Die für die Diskussion geometrischer Übereinstimmung zwischen Allaktit und den Mineralien der Vivianitgruppe nötigen Transformationen werden weiter unten besprochen (p. 47—49).

Charakteristik und Diskussion der Formen.

$b = 0 \infty$ {010}. In der Regel schmale Flächen. Reflexe im allgemeinen gut. Scheint auf die Långbanshytte-Allaktite beschränkt zu sein.

$a = \infty 0$ {100}. Breite Flächen, nach welcher die Kristalle stets tafelförmig ausgebildet sind. Gewöhnlich sind die Flächen gestreift und in eine Anzahl Vicinalflächen aufgeteilt. Selbst

[1] Hierin auch die von SJÖGREN [5] gemessenen Kristalle einbegriffen.

Tab. 3.

	AMINOFF	SJÖGREN Gdt. W.T. Atlas	Gdt. Index	
b	$0\ \infty$	$0\ \infty$	$0\ \infty$	Wichtige und typische Formen
a	$\infty\ 0$	$\infty\ 0$	0	
t	$\infty\ 2$	$\infty\ \frac{8}{3}$	$0\ \frac{8}{3}$	
o	∞	$\infty\ \frac{4}{3}$	$0\ \frac{4}{3}$	
f	$2\ \infty$	$\frac{3}{2}\ \infty$	$0\ \frac{2}{3}$	
e	10	10	10	
x	30	30	$\frac{1}{3}\ 0$	
h	-10	-10	-10	
i	12	$1\ \frac{8}{3}$ [1]	$1\ \frac{8}{3}$ [1]	
d	13	14	14	
v	-21	$-2\ \frac{4}{3}$	$-\frac{1}{2}\ \frac{8}{3}$	
q	01	$0\ \frac{4}{3}$	$\infty\ \frac{4}{3}$	
n	$\frac{4}{3}\ \infty$	∞	01	Unsichere und seltene Formen.
? z	-40	-40	$-\frac{1}{4}\ 0$	
l	$\frac{8}{3}\ \infty$	$2\ \infty$	$0\ \frac{1}{2}$	
? p	$\frac{5}{4}\ 0$	$\frac{5}{4}\ 0$	$\frac{4}{5}\ 0$	

Tab. 2.

AMINOFF	SJÖGREN Gdt. W.T. Atlas	Gdt. Index
pq	$p\ \frac{4q}{3}$	$\frac{1}{p}\ \frac{4q}{3p}$
$p\ \frac{3q}{4}$	pq	$\frac{1}{p}\ \frac{q}{p}$
$\frac{1}{p}\ \frac{3q}{4p}$	$\frac{1}{p}\ \frac{q}{p}$	pq

wenn sie einheitlich sind und völlig einheitliche Reflexe abgeben, liegen sie zuweilen nicht an berechneter Stelle, sondern weichen beträchtlich (bis zu 1°) sowohl in der Prismenzone als auch senkrecht dazu ab. Häufig sind $\infty 0$ und $\bar{\infty} 0$ nicht parallel. Dieses Verhältnis wird von SJÖGREN hervorgehoben und ist auch bei dem Långbanshytte-Material zu finden. Für die Berechnung von v_0 darf $\infty 0$ nicht angewendet werden.

[1] Vergl. unten die Diskussion dieser Form.

$f = 2 \infty$ {210}. Die wichtigste Form in der Prismenzone. Findet sich an allen untersuchten Kristallen, oft mit breiten Flächen und vorzüglichen Reflexen.

	φ	ϱ
Mittel aus 63 Messungen	67° 39′	90° 00′
Berechnet	67° 47′	90° 00′

*$t = \infty 2$ {120}. Neues Prisma, charakteristisch für Långbanshyttan. Reflexe in der Regel gut. Flächen nicht besonders breit. Bestimmt aus folgenden Messungen:

		φ	ϱ
Kristall N:o	4	31° 08′	90° 00′
	5	31 06	[90 34]
	»	31 30	[90 51]
	6	31 15	90 11
	7	31 14	[90 43]
	10	31 40	90 12
	11	32 00	90 00
	12	32 01	90 00
	18	31 47	90 00
	»	31 28	90 05
	20	31 48	90 00
Mittel		31° 33′	[90° 14′]
Berechnet		31 28	90 00

$o = \infty$ {110}. Von SJÖGREN an einem Kristall aus der Mossgrube beobachtet. Vom Verf. an 9 Kristallen von Långbanshyttan bemerkt. In der Regel gute Reflexe, in ein paar Fällen doch weniger sicher. Bestimmt aus folgender Messungen:

		φ	ϱ
Kristall N:o	10	51° 10′	90° 00′
	11	51 07	90 00
	»	51 14	90 00
	12	51 04	90 00
	»	51 12	90 00
	13	Unsichere Messungen	
	14	51 07	90 17
	15	Eine unsichere Messung	
	17	» » »	
	18	51 23	90 00
	»	51 07	90 05
	20	50 22	90 00
	»	51 52	89 58

	φ	ϱ
Mittel	51° 10′	90° 02′
Berechnet	50 46	90 00

Eine Abweichung in φ in der Richtung auf die »stärkere» Form $2\infty = \{210\}$ zu ist vorhanden. Ähnliche Abweichungen dürften in flächenreichen Zonen nicht ungewöhnlich sein, vielleicht regelmässig vorkommen. Vergl. z. B. GOLDSCHMIDT: Lorandit.[1]

$n = \frac{4}{3}\infty$ {430}. Wird von SJÖGREN mit einer Fläche an Kristall N:o 6 angegeben. Von Verf. mit einer fläche an Kristall N:o 4 (von Långbanshyttan) beobachtet.

	φ	ϱ
Kristall N:o 4 (Långbanshyttan)	59° 23′	90° 00′
SJÖGRENS Kristall N:o 6 (Mossgrube)	58 28	— —
Berechnet	58° 31′	90° 00′

Die form dürfte als sicher anzusehen sein, wenngleich sehr schwach.

$e = 10$ {101}. Wird an so gut wie allen Kristallen gefunden. Häufig breit und mit vorzüglichen Reflexen, zuweilen jedoch doppelte Reflexe abgebend. Vergl. hierüber SJÖGREN [5, p. 118].

	φ	ϱ
Mittel aus 19 Messungen . .	89° 58′	33° 00′
Berechnet	90 00	33 02

*$x = 30$ {301}. Neue Form in der Orthomazone. Beobachtet an 4 Kristallen von Långbanshyttan mit ziemlich schmalen Flächen. Reflexe einfach. Bestimmt aus folgenden Messungen:

		φ	ϱ
Kristall N:o	15	89° 57′	60° 03′
	16	89 49	60 28
	18	89 46	60 29
	20	90 03	60 05
Mittel . . .		89° 53′	60° 16
Berechnet .		90 00	60 19

$h = \bar{1}0$ {$\bar{1}$01}. Fehlt selten. Oft gut ausgebildet. Parallel mit dieser Fläche ist eine deutliche Spaltbarkeit vorhanden.

	φ	ϱ
Mittel aus 17 Messungen . .	$\bar{8}$9° 51′	24° 25′
Berechnet	$\bar{9}$0 00	24 24

[1] Zeitschr. f. Kryst. **30** (1898), p. 277.

i = 12 {121}. Beobachtet an den Kristallen 4 und 19 (von Långbanshyttan) mit je einer sehr kleinen Fläche.

		φ	ϱ	
Kristall N:o	4	35° 27′	47° 52′	Reflex einfach, aber schwach.
	19	34 25	48 39	Reflex: Punkt in Reflexzug
Berechnet		35° 48′	48° 01′	

Trotz der Unsicherheit in der Position dürfte die Form, wenngleich sehr schwach, wohl doch als sicher anzusehen sein.

Sjögren gibt die Form {252} an, d. h. in der hier gewählten Aufstellung $1\frac{15}{8}$ = {8 · 15 · 8}. Sie tritt nach Sjögren am Kristall N:o 3 auf und bildet mit (1$\bar{4}$1) [= (1$\bar{3}$1) in der hier gewählten Aufstellung] den Winkel 84° 05′. Die Winkeldifferenz zwischen den beiden Formen {121} [= Sjögren {383}] und {8 · 15 · 8} [= Sjögren {252}] in der Zone (101) : (010) ist nur 1° 46′. Die Winkel in dieser Zone an Sjögrens Kristallen variieren ausserdem recht bedeutend. [Für (1$\bar{4}$1) : (141) wird 93° 05′—95° 39′ angegeben. Ber. Sjögren: 96° 30′.] Es scheint mit Rücksicht auf diesen Tatsachen berechtigt zu sein, als wahrscheinlich anzunehmen, dass Sjögrens {252} eine abgelenkte Fläche von der Form {121} des Verf. ist. Unter dieser Annahme wird die Entwicklung in der betreffenden Zone (Aufstellung des Verf.) einfach und harmonisch, nämlich 10, 12, 13, 0 ∞.

Wenn in Sjögrens Aufstellung {383} anstatt {252} angenommen wird, wird die Entwicklung im Zonenstück [101 : 010] einfacher.

{383} e i d b

$q = 0 \ \frac{8}{3} \ 4 \ \infty$

$\frac{q}{4} = 0 \ \frac{2}{3} \ 1 \ \infty = N_3$

{252} e i d b

$q = 0 \ \frac{5}{2} \ 4 \ \infty$

(Kann nicht weiter vereinfacht werden als dass einer der Termen immer noch N_4 angehört.)

d = 13 {131}. Beobachtet an 15 Kristallen. Oft gut ausgebildet.

	φ	ϱ
Mittel aus 16 Messungen	26° 02′	56° 03′
Berechnet	25 41	56 19

*v = — 21 {$\bar{2}$11}. Neue negative Pyramide. Beobachtet an drei Kristallen von Långbanshyttan und an einem Kristall aus der Mossgrube. In ein paar Fällen mit breiten Flächen und guten Reflexen. Bestimmt aus folgenden Messungen:

			φ	ϱ
Kristall N:o	15.	Långbanshyttan	$\bar{6}5°$ 36′	47° 24′
	»	»	$\bar{6}5$ 41	47 16
	18.	»	$\bar{6}5$ 17	47 21
	20.	»	$\bar{6}5$ 53	47 30
	27.	Mossgrube . . .	$\bar{6}4$ 52	46 40
Mittel			$\bar{6}5°$ 28′	47° 14′
Berechnet			$\bar{6}5$ 51	47 46

Trots der Abweichungen dürfte wohl kein anderes Symbol in Frage kommen können.

*q = 01 {011}. Neue Form und einzige beobachtete Form von der Klinodomen-Serie. Oft breite Flächen mit guten Reflexen. Beobachtet an 12 kristallen von Långbanshyttan.

Mittel aus 12 Messungen	12° 19′	24° 51′
Berechnet	12 18	24 46

Unsichere Form: ?—40 = {$\bar{4}$01}. Tritt an Kristall N:o 25 (aus der Mossgrube) mit einer breiten Fläche mit gutem Reflex auf, für welchen die Winkel

	φ	ϱ	
	$\bar{9}2°$ 54′	64° 24′	abgelesen werden.
Berechnet für — 40:	$\bar{9}0$ 00	64 38	

Von SJÖGREN werden folgende Formen angegeben, die nicht vom Verf. beobachtet sind.

g = 12 ∞ {12 · 1 · 0} = {910} SJÖGREN. Dürfte wohl als Vicinalfläche anzusehen sein. {10 · 1 · 0} und {710} (in SJÖGRENS Aufstellung) werden von SJÖGREN als Vicinale angeführt.

k = 4 ∞ {410} = {310} SJÖGREN. Wird mit einer Fläche an Kristall N:o 5 angegeben. Messung und Berechnung differieren jedoch 2° 13′. Dürfte hierdurch nicht als gesichert anzusehen sein.

l = $\frac{8}{3}$ ∞ {830} = {210} SJÖGREN. Wird an zwei Kristallen mit je einer Fläche an jedem angegeben. $\varDelta$ = 0° 21′ resp. 0° 32′.

r = ∞ $\frac{15}{4}$ {4 · 15 · 0} = {150} SJÖGREN. Wird mit einer Fläche an Kristall N:o 6 angegeben. Der von SJÖGREN beobachtete Winkel liegt ungefähr inmitten zwischen (4 · 15 · 0) und (140), weshalb die Form wohl noch nicht unter die sicher bestimmten aufzunehmen sein dürfte.

(210) : (4 · 15 · 0) ber. 94°07′ } Gemessen SJÖGREN: 94°32′.
(210) : (1 4 0) » 95°11′

$y = -\frac{3}{7}0$ = {$\bar{3}$07} (SJÖGREN). Wird mit einer Fläche an Kristall N:o 1 angegeben, aber von SJÖGREN als Vicinal angeführt [5, p. 120].

$p = \frac{5}{4}0$ = {504} SJÖGREN. Wird mit einer Fläche an Kristall N:o 3 angegeben. Messung und Berechnung differieren 0°41′ (SJÖGRENS Axenverhältnis).

$m = 1\frac{3}{4}$ {434} = {111} SJÖGREN. Wird von SJÖGREN im Verzeichnis über bestimmte Formen angegeben, ist aber nachher nirgends im Text oder in den Winkeltabellen zu finden. Wahrscheinlich liegt eine Verwechslung vor. Dürfte auf jeden Fall nicht als gesichert aufgenommen werden können.

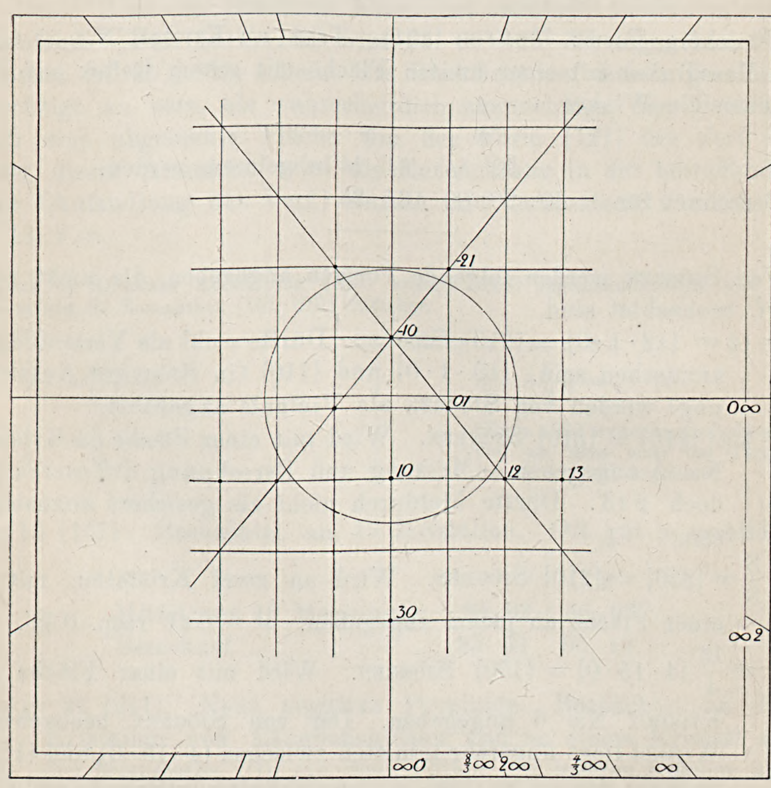


Fig. 7. Gnomonische Gesammtprojektion der als sicher angesehenen Formen.

Sieht man von dem seltenen und offenbar sehr schwachen Prismen $l = \frac{8}{3}\infty$ und $n = \frac{4}{3}\infty$, sowohl von den eben diskutierten, ersichtlich sehr schwachen und zum Teil unsicheren Formen ab, so setzt sich das Formensystem des Allaktits zusammen aus den Formen:

$\infty 0$, 2∞, ∞, $\infty 2$, 0∞
-10, 10, 30
01
12, 13
-21.

(Hiervon ist ausserdem i = 12 als sehr schwach und mit Tendenz zu unsicherer Position zu bezeichnen.)

Das Formensystem ist also sehr einfach und weit übersichtlicher als das recht unklare Formensystem, das aus einer Untersuchung von ausschliesslich Kristallen aus der Mossgrube hervorgegangen war.

Die Komplikation der wichtigeren und gewöhnlichen Formen ist in allen Zonen einfach und geht nicht über N_3. Z. B.:

Prismazone.

	a	l	f	n	o	t	b
	$\infty 0$	$\left(\frac{8}{3}\infty\right)$	2∞	$\left(\frac{4}{3}\infty\right)$	∞	$\infty 2$	0∞
$\frac{p}{q} =$	∞	$\left(\frac{8}{3}\right)$	2	$\left(\frac{4}{3}\right)$	1	$\frac{1}{2}$	$0 = N_2$.

Zone $p = 1$.

	e	i	d	b
$\frac{q}{3} =$	0	$\frac{2}{3}$	1	∞

Zone $p - q = -1$.

	o	v	h	q	i	o
$q =$	$\overline{\infty}$	$\overline{1}$	0	1	2	∞

Tab. 4 enthält Winkel und Koordinaten für die als sicher angesehenen Formen.

Tab. 4.

Allaktit. Monoklin holoedrisch.

$a = 0{,}8206$	$log\ a = 9{,}91413$	$log\ a_0 = 0{,}26015$	$log\ p_o = 9{,}73981$	$a_o = 1{,}8203$	$p_o = 0{,}5493$
$c = 0{,}4508$	$log\ c = 9{,}65398$	$log\ b_0 = 0{,}34602$	$log\ q_o = 9{,}65186$	$b_o = 2{,}2183$	$q_o = 0{,}4486$
$\left.\begin{matrix}\mu = \\ 180-\beta\end{matrix}\right\} 84°23'$	$\left.\begin{matrix}log\ h = \\ log sin \mu\end{matrix}\right\} 9{,}99791$	$\left.\begin{matrix}log\ e \\ log\ cot\ \mu\end{matrix}\right\} 8{,}99066$	$log \frac{p_o}{q_o} = 0{,}08795$	$h = 0{,}9952$	$e = 0{,}0979$

No.	Buch-staben	Symb.	Miller (Bravais)	φ	ϱ	ξ_o	η_o	ξ	η	X (Prismen) (x : y)	y	$d = tg\,\varrho$
1	b	0∞	010	0°00′	90°00′	0°00′	90 00′	0°00′	90°00′	0	∞	∞
2	a	$\infty 0$	100	90 00	»	90 00	0 00	90 00	0 00	∞	0	»
3	t	$\infty 2$	120	31 28	»	»	90 00	31 28	»	0,6122	∞	»
4	o	∞	110	50 46	»	»	»	50 46	39 14	1,2245	»	»
5	n	$\frac{4}{3}\infty$	430	58 31	»	»	»	58 31	31 29	1,6326	»	»
6	f	2∞	210	67 47	»	»	»	67 47	22 12	2,4490	»	»
7	l	$\frac{8}{3}\infty$	830	72 58	»	»	»	72 58	17 01	3,2653	»	»
8	e	10	101	90 00	33 02	33 02	0 00	33 02	0 00	0,6503	0	0,6503
9	x	30	301	»	60 19	60 19	»	60 19	»	1,7542	»	1,7542
10	h	−10	$\bar{1}01$	90 00	24 24	24 24	»	24 24	»	$\bar{0}{,}4536$	»	0,4536
11	i	12	121	35 48	48 01	33 02	42 02	25 47	37 05	0,6503	0,9015	1,1116
12	d	13	131	25 41	56 19	»	53 31	21 08	48 35	»	1,3523	1,5005
13	v	−21	211	65 51	47 46	45 09	24 16	42 30	17 38	$\bar{1}{,}0035$	0,4507	1,1019
14	q	01	011	12 18	24 46	5 37	»	5 07	24 09	0,0083	»	0,4614

Optische Eigenschaften.

SJÖGREN [3 und 5] gibt für Allaktit folgende optischen Daten an: Optisch negativ. $c : \mathfrak{a} = 49°12'$ im spitzen Winkel β. Axenebene // Symmetrieebene. $2\,V_\varrho = 9°10'$, $2\,V_v = 6°19' \cdot \beta_\varrho = 1{,}778$, $\beta_\gamma = 1{,}786$, $\beta_v = 1{,}795$. Pleochroismus stark: b = gelbgrün, c = blaugrün-seegrün. KRENNER [4] lenkte dann die Aufmerksamkeit darauf, dass die Axenebene tatsächlich nur für rotes und gelbes Licht in der Symmetrieebene gelegen ist, für grünes Licht dagegen senkrecht dazu. Er fand den Einaxigkeitspunkt in Thallium-Licht liegend.

Allaktit bietet demnach grosses Interesse in optischer Hinsicht. Leider ist das Material zur Herstellung von orientierten Präparaten wenig geeignet, da die Kristalle entweder allzu klein, oder — wie der grobkristallinische Allaktit von Långbanshyttan — nicht von gut definierten Flächen begrenzt sind. Nachstehend wird über die Bestimmungen berichtet, welche Verf. bewerkstelligt hat.

Auslöschungsrichtung. In Schnitten // 010 ist die Auslöschung zu 49°—50° gemessen worden. Durch Messung an der nachstehend besprochenen Axenwinkelplatte, an welcher die Spaltfläche $\bar{1}01$ vorhanden war, wurde $c : \mathfrak{a} = 51° 17'$ bestimmt. Bisektrizen-Dispersion konnte nicht wahrgenommen werden, wie es von SJÖGREN betreffs der Kristalle von der Mossgrube angegeben wird.

Optische Axenwinkel in Luft. Als Material wurde grobkristallinischer Allaktit von Långbanshyttan (assoziiert mit ged. Blei) angewendet. Als Anleitung beim Schleifen einer orientierten Platte konnte nur die Spaltfläche // ($\bar{1}01$) und eine Andeutung von Prismenzone angewendet werden. Nach mehreren missglückten Versuchen wurde auf folgende Art eine gut orientierte Platte erhalten. Mit WÜLFINGS Schleifapparat wurde zuerst eine ungefähr ⊥ zur spitzen Bisektrize orientierte Platte angefertigt. Im Axenwinkelapparat wurde die fehlerhafte Lage der Platte gemessen und mit Autokollimation geschätzt, sofern beim Einstellen auf die Normale der Platte die spitze Bisektrize innerhalb des Gesichtsfeldes fiel. Die Korrektur wurde dann mit WÜLFINGS Schleifapparat ausgeführt. Da die Platte vom Schleifapparat entfernt und wiederum an demselben befestigt werden musste, konnte die Korrektur natürlich nur annähernd werden, wodurch eine lange Serie von Versuchen nötig wurde, bevor die Lage der Fläche hinreichend genau wurde. Abweichung $\sim 15'$.

Die als Mittel von 10 Ablesungen bei + 20° erhaltenen Axenwinkel sind in Tab. 5 zusammengestellt.[1]

Die Tab. 5 ist in graphischer Form in Fig 8 dargestellt, wo die Abszisse $2E$, die Ordinate λ ist. Die Kurve ist, ebenso wie beispielsweise die von BRUGNATELLI[2] an Saccharin erhaltenen, ausgeprägt unsymmetrisch in Bezug auf die Einaxigkeitslinie und zwar so, dass die Kurve im roten Licht schneller nach der Einaxigkeitslinie biegt als in dem grünen. Wie POCKELS[3] gezeigt hat,

---

[1] Bei höherer Temperatur wird der Einaxigkeitspunkt sehr unbedeutend nach dem roten Teil des Spektrums hin geschoben.
[2] Zeitschr. f. Kryst. **29** (1898), p. 54.
[3] Lehrbuch der Kristalloptik (1906), p. 71.

Tab. 5.

	λ	$2E$	
B	687 $\mu\mu$	15°50′	Optische Axenebene // 010
C	656 »	14 12	
D	589 »	7 06	
—	580 »	3 07	
—	540 »	12 13	» ⊥ 010
E	527 »	15 01	
F	486 »	20 28	

ist dies theoretisch richtig, da nämlich aus dem Ausdruck für E (unter Zugrundelegung einer zweigliedrigen Dispersionsformel), oder

$$\sin E = \frac{\gamma}{\sqrt{\gamma^2 - \alpha^2}} \sqrt{A_2 - A_1 + \frac{B_2 - B_1}{\lambda^2}}$$

erhalten wird

$$\frac{\partial \sin E}{\partial \lambda} = -\frac{\gamma^2}{\gamma^2 - \alpha^2}(B_2 - B_1) \cdot \frac{1}{\sin E \lambda^3}$$

woraus hervorgeht, dass $\frac{\partial \sin E}{\partial \lambda}$, bei gleichem Werte für E zu beiden Seiten der Einaxigkeitslinie, grösser ist in demselben Masse als λ klein ist.

Der Einaxigkeitspunkt wird graphisch zu $\lambda = 573\ \mu\mu$ erhalten. Krenner [4] gibt als Einaxigkeitspunkt grünes Licht (Thalliumflamme) an.

Aus den Werten für β, deren Erlangung nachstehend erörtert wird, werden die wirklichen Axenwinkel berechnet zu

λ	$2V$	
486 $\mu\mu$	11°22′	Optische Axenebene ⊥ 010
527 »	8 23	
540 »	6 50	» » // 010
589 »	4 00	
656 »	8 00	
687 »	8 56	

Diese Werte liegen nicht unbedeutend unter den von Krenner [4] erhaltenen. Er findet z. B. $2V_{Na} = 7°34'$ (unter Berücksichtigung des von Sjögren bestimmten β). In Krenners Aufsatz findet sich indessen keine Angabe über die Genauigkeit in der Orientie-

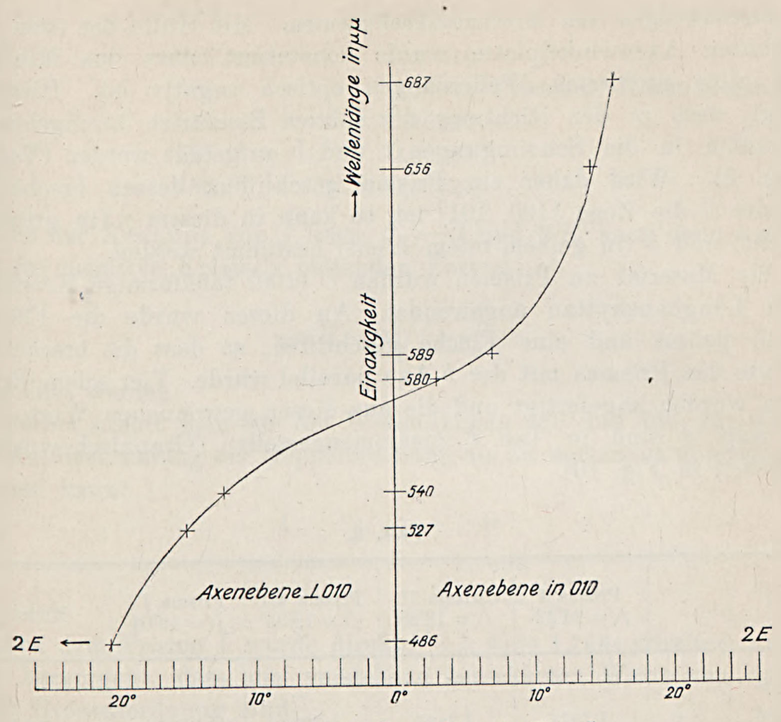


Fig. 8. Graphische Darstellung der Tab. 5.

rung der Axenwinkelplatte. Wie HECHT[1] in seiner Diskussion über die Fehler bei Axenwinkelbestimmungen zeigt, wird der aus einer unrichtig orientierten Platte berechnete Axenwinkel grösser als der wirkliche, wenn $\beta > n$, wo n = dem Brechungskoeffizienten des umgebenden Mediums. Der Brechungskoeffizient des von KRENNER angewendeten Öles war = 1,469, während β_{Na} (SJÖGREN) = 1,786 war.

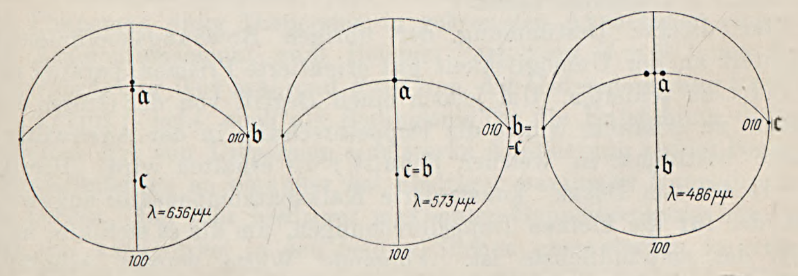


Fig. 9. Optische Orientierung des Allaktits in stereogr. Projekt. an eine Fläche, ⊥ Prismenzone.

[1] Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1887, I, p. 250.

Bestimmungen von Brechungskoeffizienten. Mit Hülfe der oben erwähnten Axenwinkelplatte wurde konstatiert, dass das Mineral bei allen probierten Wellenlängen optisch negativ ist. Hieraus folgt, dass in der Richtung der spitzen Bisektrize durchgehende Strahlen in die Schwingungen 𝔠 und 𝔟 aufgeteilt werden (Vergl. Fig. 9). Wird daher ein Prisma geschliffen, dessen brechende Kante // die Zone [100, $\bar{1}$01] ist, so kann in diesem γ (in grünem Licht) und β (in gelbem rotem Licht) bestimmt werden.

Als Material zu Prismen wurden // (100) tafelförmige Kristalle von Långbanshyttan angewendet. An diesen wurde die Fläche (100) poliert und eine Fläche geschliffen, so dass die brechende Kante des Prismas mit der b-Axe parallel wurde. Vier solche Prismen wurden angefertigt und die aus diesen gewonnenen Werte für β, resp. γ sind in Tab. 6 zusammengestellt. (Graphisch wiedergegeben in Fig. 10).

Tab. 6.

λ		Prisma I $\wedge = 24°32'$	Prisma II $\wedge = 18°28'$	Prisma III $\wedge = 19°35'$	Prisma IV $\wedge = 19°04'$	Mittel
$\mu\mu$						
486	$\gamma =$	1,7974	1,7927	1,7958	1,7888	1,7937
527	$\gamma =$	1,7906	1,7857	1,7885	1,7829	1,7869
540	$\gamma =$	1,7867	1,7848	1,7845	1,7804	1,7841
589	$\beta =$	1,7816	1,7796	1,7796	1,7745	1,7788
656	$\beta =$	1,7759	1,7735	1,7747	1,7686	1,7732
687	$\beta =$	1,7733	1,7709	1,7714	1,7661	1,7704

Der von SJÖGREN [5] für Kristalle von Nordmarken angegebene Wert für β in gelbem Licht, oder 1,786, ist in der dritten Dezimalstelle 7 Einheiten höher.

Eine direkte Bestimmung der übrigen Brechungskoeffizienten scheitert an der Unmöglichkeit gut orientierte Prismen, parallel mit 𝔞 und 𝔠 zu schleifen. Um jedoch einen Begriff von der Grösse derselben zu erhalten, wurde die Doppelbrechung in der Axenwinkelplatte bestimmt, in welcher Schnitt $\gamma-\beta$ erhalten wird. Hierbei wurde der von BEREK[1] konstruierte Kalkspatkompensator angewendet, der für die kleinen Doppelbrechungen, um die es sich hier handelt, der empfindlichste ist. Folgende Werte wurden erhalten: (Dicke der Platte = 0,710 *mm*).

[1] Centralbl. für Min. etc. 1913, pp. 388—396, 427—435, 464—470, 580—582.

λ	$\gamma-\beta$
656 $\mu\mu$	0,00010
[589 »	0,00004] Unsicher. Kaum messbar.
540 »	0,00009
527 »	0,00009
486 »	0,00024

Aus der Kenntnis von γ, resp. β, $\gamma-\beta$ und $2E$, kann dann α aus der für negative Kristalle geltenden Formel

$$\sin E = \alpha\sqrt{\frac{\gamma^2-\beta^2}{\gamma^2-\alpha^2}}$$

berechnet werden.

Hierbei erhält man für die Wellenlängen 486 und 656, für welche die Bestimmung der Doppelbrechung als am sichersten angesehen werden kann:

λ	α
486 $\mu\mu$	1,7633
656 »	1,7552

[Aus dem Prisma I wurde direkt α^1 ($> \alpha$) = 1,7664 erhalten, woraus hervorgeht, dass die vorstehend berechneten Werte von richtiger Grössenordnung sind.]

Die maximale Doppelbrechung ist also:

λ	$\gamma-\alpha$
486 $\mu\mu$	0,0304
656 »	0,0180

Die relativen Dimensionen in der Indicatrix des Allaktits zeigen also grosse Analogie mit den von Tutton studierten Alkali und Alkalimagnesium Sulfaten, resp. Selenaten, von welchen mehrere das Phänomen einer Dispersion in gekreuzten Axenebenen zeigen. Für Ammoniumselenat zum Beispiel[1] ist $\gamma-\alpha$ ($t = 80°$) von der Grössenordnung 0,02 während $\beta-\alpha$ von der Grössenordnung 0,0004 ist. Tutton[2] hebt auch als Bedingung für die Entstehung dieser speziellen Art von Dispersion eine starke Annäherung zweier Brechungskoeffizienten an einander bei niedriger maximaler Doppelbrechung hervor. Bei sehr niedriger maximaler Doppelbrechung können dann die Axenwinkel in den beiden Ebenen gross werden, in extremen Fällen kann die Axenebene noch einmal 90° gedreht werden.

[1] Zeitschr. für Kryst. 42 (1907), p. 544.
[2] Ibid. p. 554.

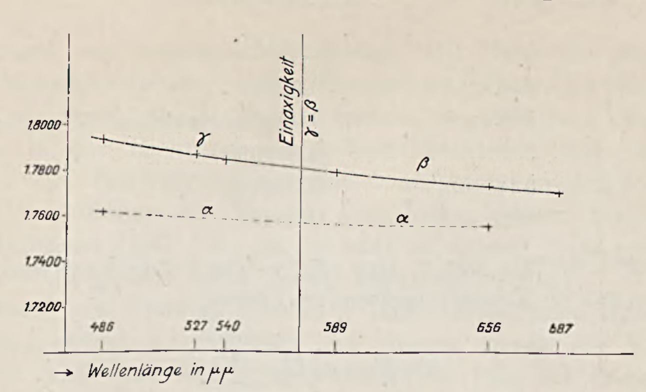


Fig. 10. Graphische Darstellung der Tab. 6.

Absorption. Die Kristalle von Långbanshyttan zeigen in der Hauptsache dieselben Eigenschaften, welche SJÖGREN an den Mossgrubenkristallen beschreibt. Doch scheint der Pleochroismus bei den Långbanshyttekristallen zuweilen schwächer zu sein. Kristalle, tafelförmig nach (100) zeigen b = schwach gelb, c = schwach seegrün — nahezu farblos.

Spaltbarkeit.

Eine deutliche Spaltbarkeit // ($\bar{1}01$) wird beobachtet.[1] An manchen Kristallen wird ausserdem, ziemlich ausgeprägt, eine Spaltbarkeit // 010 beobachtet. SJÖGREN gibt ferner eine weniger deutliche Spaltbarkeit // 100 an.

Chemische Zusammensetzung und Stellung im Mineralsystem.

Vier Analysen an Allaktit sind veröffentlicht, zwei an Material aus der Mossgrube [5], die beiden anderen an Material von Långbanshyttan [6]. Die Analysen stimmen unter einander gut überein und führen zu der Formel

$$Mn_3\,(AsO_4)_2 \cdot 4Mn(OH)_2.$$

SJÖGREN [5] ist der Meinung dass zwischen Allaktit und Vivianit, resp. den Mineralien der Pharmakolitgruppe, Isomorphie (in neuerer Terminologie wohl eher *Isotypie*) vorhanden ist. Was die Mineralien der *Vivianitgruppe*, deren Formel

$$R_3\,[(As,P)O_4]_2 \cdot 8H_2O$$

ist, anbelangt, würde dann 4 MnO im Allaktit 4 H_2O im Vivianit entsprechen. Damit die geometrische Übereinstimmung zu sehen

---

[1] In SJÖGRENS [5] Abhandlung steht infolge Druckfehlers (101).

kommen soll, muss dann die v. RATHsche Aufstellung von Vivianit folgendermassen transformiert werden: [1]

v. RATH Vivianit	SJÖGREN Allaktit
pq	$-\left(\frac{5p}{3}+\frac{2}{3}\right)\frac{5q}{3}$
$-\left(\frac{3p}{5}+\frac{2}{5}\right)\frac{3q}{5}$	pq

In dieser Weise transformiert werden die Elemente für diejenigen unter den Mineralien der Viviantgruppe, für welche das Axenverhältnis als einigermassen sicher bestimmt angesehen werden kann, folgende:

	p_o	q_o	μ
Allaktit (Aufstell. SJÖGREN)	0,5493	0,3364	84°23′
Vivianit	0,5750	0,4176	82 39
Symplesit	0,5484	0,4087	86 53
Erythrin	0,5797	0,4220	83 14

Eine gewisse Übereinstimmung ist unleugbar vorhanden, welche hervorzuheben von gewissen Interesse sein kann. Andererseits muss jedoch ausdrücklich betont werden, dass Vivianit nach der vorstehend angegebenen Transformation eine äusserst gekünstelte Aufstellung erhält. Die Indices für die gewöhnlicheren Formen des Vivianits werden in dieser Aufstellung sehr kompliziert, wie aus nachstehenden Vergleich, durchgeführt für einige der (nach den Figuren) für Vivianit wichtigsten Formen, hervorgeht:

Vivianit v. RATH		Vivianit SJÖGREN
pq	→	$-\left(\frac{5p}{3}+\frac{2}{3}\right)\frac{5q}{3}$
0∞ {010}		0∞ {010}
$\infty 0$ {100}		$\infty 0$ {100}
-10 {$\bar{1}$01}		10 {101}

[1] In Sjögrens Abhandlung [5] kommen folgende Druckfehler vor: p. 120, Note: $-\frac{2}{3}P\infty$ muss sein $\frac{2}{3}P\infty$, $w = P\infty$ {101} (v. RATH) behält insofern nicht dasselbe Symbol bei, als es das Zeichen wechselt und in SJÖGRENS Transformation $-P\infty$ {101} wird.

Vivianit v. Rath		Vivianit Sjögren
pq	→	$-\left(\frac{5p}{3}+\frac{2}{3}\right)\frac{5q}{3}$
$0 \; \{001\}$		$-\frac{2}{3}\,0 \; \{\bar{2}03\}$
$10 \; \{101\}$		$-\frac{7}{3}\,0 \; \{\bar{7}03\}$
$01 \; \{011\}$		$-\frac{2}{3}\frac{5}{3} \; \{\bar{2}53\}$
$1 \; \{111\}$		$-\frac{7}{3}\frac{5}{3} \; \{\bar{7}53\}$
$\frac{1}{2} \; \{112\}$		$-\frac{3}{2}\frac{5}{6} \; \{\bar{9}56\}$
$-1 \; \{\bar{1}11\}$		$1\frac{5}{3} \; \{353\}$
$-31 \; \{\bar{3}11\}$		$\frac{13}{3}\frac{5}{3} \; \{13 \cdot 5 \cdot 3\}$

[Für den Übergang von Sjögrens Aufstellung zu der vom Verf. angewendeten Allaktitaufstellung wird q mit $\frac{3}{4}$ multipliziert, wodurch die Indices nicht einfacher werden.]

Es dürfte also klar sein, dass die Sjögrensche Aufstellung von Vivianit nicht die »richtige», d. h. diejenige die vom Elementarparallelepiped bestimmt wird, ist. Es ist dagegen nicht unwahrscheinlich dass für Allaktit in Sjögrens, oder, mit Rücksicht auf das was früher in dem Aufsatz diskutiert worden ist, wohl eher in des Verf. Aufstellung, wirklich die strukturell richtige getroffen worden ist. Mit Rücksicht hierauf dürfte es kaum berechtigt sein allzuviel auf die vielleicht ganz zufällige, oben hervorgehobene Ähnlichkeit im Axenverhältnis zwischen Allaktit und den Mineralien der Vivianitgruppe zu bauen. Hierzu kommt, wie von Krenner [4] betont worden ist, der Unterschied in der Spaltbarkeit zwischen den Mineralien der Vivianitgruppe und Allaktit.

Sjögren hebt auch Pharmakolith (und Brushit) als mit Allaktit isomorph hervor. Eine gewisse Analogie in der chemischen Formel tritt auch zu Tage zwischen Allaktit und Pharmakolith, wenn die Moleküle des letzteren verdoppelt werden:

Pharmakolith: $H_2Ca_2(AsO_4)_2 \cdot 4\,H_2O$.
(Synthetisch)
Allaktit: $Mn_3(AsO_4)_2 \cdot 4\,Mn(OH)_2$.

Die Elemente sind:

	p_o	q_o	μ
Allaktit (Aufstellung SJÖGREN)	0,5493	0,3364	84°23′
Pharmakolith (» SCHRAUF)	0,5902	0,3597	83 13

Hier ist freilich eine für Pharmakolit natürliche Aufstellung beibehalten, aber die chemischen Voraussetzungen für Isomorphie oder Isotypie müssen andererseits als wenig überzeugend angesehen werden.

Es dürften also, wie schon von KRENNER [4] und RAMMELSBERG [1] hervorgehoben ist, keine hinreichend triftige Gründe vorliegen um Allaktit zu den Vivianit- oder Pharmakolitgruppen zu führen. Allaktit muss einstweilen als ziemlich isoliert im Mineralsystem angesehen werden, wenn auch in chemischer, obgleich nicht in physikalischer Hinsicht, eine gewisse Verwandtschaft zu den Mineralien Flinkit, Synadelphit und Diadelphit zu verspüren ist, was von GROTH [2] hervorgehoben wird.

Vorkommen und Paragenesis.

Was das Vorkommen und die Paragenesis des 1883 angetroffenen Allaktits in der *Mossgrube* anbelangt, so sind ausführliche Angaben in den zitierten Aufsätzen SJÖGRENS zu finden.

Der Fund vom Jahre 1889 scheint derselben Bildung (dem »Mangankalk») anzugehören wie der erste Fund. Der Allaktit ist hier assoziiert mit u. a. Pyrochroit und Synadelphit. Die Kristalle, die klein und zu warzenförmigen Aggregaten zusammengewachsen sind, zeigen die Kombination *a f e d*.

Der Allaktit aus der *Brattforsgrube*, gleichfalls im Nordmarksfelde, wurde, wie in der Einleitung erwähnt ist, im Jahre 1910 angetroffen. Er kommt hier an Spalten in einem erz- und skarnimprägnierten Dolomit vor, in welchem u. a. das Mineral Katoptrit auftritt. Er bildet keine distinkte Kristalle.

Für die Mineralogie der *Långbanshyttan* bildet das Allaktit eines der wichtigsten und interessantesten Mineralien. Es ist hier charakteristisch für die Mineralassociationen der Kalkspatspalten. Verf. hat schon früher [3] das Vorkommen desselben in der Blei-Pyrochroit-

[1] Neues Jahrbuch f. Min. etc. (1884), II, p. 67.
[2] Tabell. Übersicht d. Mineralien, 1898, p. 92.
[3] Geol. För. Förh. **40** (1918), p. 427.

Assoziation hervorgehoben. Der Allaktit kommt hier in drei verschiedenen Typen vor, nämlich

A. Grobkristallinisch. Vereinzelt ist die Prismenzone ausgebildet und man kann die einzelnen Individuen unterscheiden, die dann eine Länge von ein paar *cm* erreichen können. Nur als Seltenheit sind Endflächen ausgebildet, wie an der in der Einleitung erwähnten, zu den Sammlungen der Stockholmer Hochschule gehörenden, Kristallgruppe. Die kombination ist *a f e h* und *q* (?). Dieser Allaktit ist zuweilen opak und hat dann nicht die rote Farbe, die für das Mineral in frischem Zustand charakteristisch ist.

B. Kleine Kristalle, gruppiert in rosettenförmigen Aggregaten. Die Kombination ist einfach, oder *a b e f*.

C. Ganz kleine, nach $a = \infty \{100\}$ stark abgeplattete Kristalle, ganz in Kalkspat und Schwerspat eingebettet. Diese Kristalle sind relativ gut geeignet für Messungen. Zu diesen Typ gehören die Kristalle N:is 8—16, N:o 18 und N:o 20. An diesen sind die Formen *b a t o f e x h d v q* beobachtet. Von diesen sind auch die angewendeten Prismen geschliffen.

An einer Stufe wurden kleine Allaktitkristalle von einer mehr rosenroten Farbe beobachtet; sie können jedoch nicht mit Vorteil zum Gegenstand für Messung gemacht werden.

Wie VERF.[1] früher angegeben, scheint der erste Typ gleichzeitig mit Kalkspat und Schwerspat kristallisiert zu sein, während der zweite Typ später kristallisiert ist und zu den am Fundort zu allerletzt kristallisierten Mineralien gehören dürfte. Der dritte Typ ist gleichzeitig, vielleicht zum Teil etwas früher ausgeschieden als Kalkspat und Schwerspat.

Mit der Blei-Pyrochroit-Assoziation in sehr nahem Zusammenhang stehen zweifelsohne die beiden in der Einleitung erwähnten Prachtstufen, die dem Reichsmuseum gehören und die ausser Allaktit u. a. Tilasit führen. Der Allaktit ist an diesen Stufen auf Kalkspat und Schwerspat gewachsen und ist demnach wenigstens später kristallisiert als diese Mineralien. Er kommt teils als etwas grössere, bis zu 1 *cm* lange Kristalle mit starker Tendenz zu Kompositenbildung, teils als kleine, dicht an einander gruppierte Kristalle vor. N:o 17 ist ein Kristall von der ersteren Ausbildungsweise. Er gab die Kombination *b a o f e h*. Die Kristalle sind, hauptsächlich auf Grund der für sie charakteristischen Kompositenbildung, für goniometrische Untersuchung wenig geeignet. Mit dem Allaktit zusammen kommt hier auch ein schwarzes Mineral in strahlenförmigen Aggregaten

[1] Geol. För. Förh. **40** (1918), p. 428.

vor, das nicht hat identifiziert werden können und wahrscheinlich ein unbekanntes Mineral ist.

Der im Jahre 1920 angetroffene Typ von Allaktit scheint auf Spaltenbildungen in dem erzimprägnierten Dolomit zurückzuführen zu sein. Er kommt hier zusammen mit und angewachsen auf Kalkspat- und Schwerspatkristallen vor. An diesen Kristallen wurden die Formen *b a t o n f e h i d q* beobachtet. Zu diesem Typ gehören die Kristalle N:is 1—7 und N:o 19.

Der am frühesten bei Långbanshyttan gefundene Allaktit wird von ANT. SJÖGREN [6] als einer Spaltenbildung angehörig beschrieben. Der Allaktit, der mit Kalkspat und Schwerspat assoziiert war, bildete keine freie Kristalle.

Die in Assoziation mit Allaktit vorkommenden Mineralien sind folgende:

Mossgrube (Nordmarken). Kalkspat, Schwerspat, Manganspat, Hausmannit, Flusspat, Magnetit, Manganosit, ein Olivin-Mineral, ein Berzeliitartiges Mineral, Manganostibiit (IGELSTRÖM), Jakobsit, Pyrochroit, Brucit, Manganit, Diadelphit, Hämafibrit, Synadelphit. Bei der *Brattforsgrube* kommt Katoptrit (FLINK), hinzu, welches Mineral mit Manganostibiit nahe verwandt ist. *Långbanshyttan.* Kalkspat, Schwerspat, Manganocalcit, Pyrochroit, Bäckströmit, Flusspat, Eisenglanz, Manganit (Sphenomanganit), Hausmannit, Blei, Kupfer, Tilasit. Hierher dürften wohl auch die Mineralien Pyrobelonit und Armangit zu führen sein, obwohl sie nicht direkt mit Allaktit zusammen beobachtet worden sind.

Hinsichtlich der *Entstehungsweise* des Allaktits bei Nordmarken liegen interessante Gesichtspunkte von HJ. SJÖGREN [5, p. 154] vor, die jedoch nicht ganz ohne Reservation auf die Verhältnisse bei Långbanshyttan [1] übertragen werden können. Eine endgültige Lösung dieser Frage scheint jedoch dem VERF. nur mit Hilfe von Laboratorienversuchen möglich. Es wäre besonders wünschenswert jetzt zu solchen zu greifen um zu versuchen in den eigenartigen Mineralbildungsproblemen bei Långbanshyttan und den übrigen Wärmländischen Mineralfundorten Klarheit zu erhalten. Solche wurden tatsächlich schon von HAMBERG (1890) [2] begonnen, zunächst zu dem Zweck um experimentell zu ermitteln, ob das Blei durch arsenige Säure hat reduziert werden können, obgleich damals kein bestimmtes positives Resultat erzielt wurde. Die Frage welches Reduktionsmittel möglicherweise bei der Bildung der Wärmlän-

[1] Vgl. VERF. Geol. För. Förh. **40** (1918), p. 538,
[2] Zeitschr. für Kryst. **17** (1890), p. 154.

dischen Mineralien wirksam gewesen sein kann, ist natürlich eines der Probleme, deren Lösung in erster Linie wünschenswert ist. Die Eigenart der Mineralassoziationen liegt ja unter anderen gerade in dem Vorkommen von Mineralien mit niedrigen Oxydationsgrad (Blei, Kupfer, Manganosit, Pyrochrit, Bäckströmit, die Arsenite Ekdemit, Armangit, Dixenit, das Stibiit Ochrolit).

Mineralogisches Institut der Universität, Stockholm. Nov. 1920.

Nachtrag bei der Korrektur. Verf. hatte neulich Gelegenheit einige Stufen aus Långbanshyttan, im Februar 1921 von Dr. Flink erworben, zu sehen. An diese Stufen kamen nebst Schwerspat kleine, ganz durchsichtige, hell graugrün gefärbte Kristalle vor, die bei der Messung sich als Allaktit herausgestellt haben. Der einzige vollständig gemessene Kristall gab die Kombination *f e d h*. Bemerkenswert ist das vollständige Fehlen von *a* {100}. Die Kristallen bilden Drusen an Dolomit.

De senglaciala isdämda sjöarna i översta delen av Stora Lule älvs flodområde och deras dräneringsvägar.

AV

JOHN FRÖDIN.

De undersökningar över de senglaciala isdämda sjöarnas utbredning i Stora Lule älvs dalgång, som jag utförde somrarna 1912 och 1913, gällde ett område av 140 *km*:s längd och upp till 40 *km*:s bredd. Då dessutom rätt vidlyftiga detaljkarteringar ingingo i programmet och mina ekonomiska resurser voro rätt blygsamma, måste jag nöja mig med att i detalj granska de delar av området, där särskilt givande eller betydelsefulla resultat kunde väntas.

Denna inskränkning i detaljundersökningarna drabbade särskilt de otillgängliga trakterna omkring huvudvattendelaren, vilka därtill på den norska sidan ännu icke voro kartlagda. Detta var ju att beklaga, enär kännedomen om passens nivåförhållanden äro utslagsgivande vid tolkningen av de anträffade issjönivåerna. Men de tillgängliga svenska topografiska kartbladen måste dock anses så tillförlitliga, att av dem borde kunnat framgå, var terrängen vid gränsen var för hög för att några pass, korresponderande med issjönivåerna, kunde misstänkas föreligga.

Av ovan angivna anledningar inskränkte jag min undersökning av huvudvattendelaren till de partier där de svenska kartbladen lämnade rum för en dylik misstanke. Resultaten, publicerade år 1914 (*3*), hava dock icke synts mig fullt nöjaktiga. Visserligen upptäcktes några rätt låga pass, av vilka ett korresponderade med ett större antal strandmärken, men för den lägsta och kanske mest utbredda serien strandmärken anträffades ingen motsvarande passnivå. De måste därför förklaras hava tillhört en issjö, som dränerats sub- eller intraglacialt mot O. Redan förut har man som bekant påvisat issjöar med dylik dränering, men i detta fall är en

sådan mindre sannolik, ty den dämmande isryggen torde hava haft en bredd av c:a 100 à 120 *km*.

Det har därför synts mig sannolikt att något lägre förut icke känt pass existerar, och de fotografiska kopior, som jag 1915 erhöll av de nya norska konceptbladen, bekräftade detta. Följande sommar besökte jag med understöd av Svenska Sällskapet för Antropologi och Geografi samt Letterstedtska Föreningen Nordland för att söka fastställa den marina gränsens nivå under de lappländska issjöarnas tid, och jag fick då även tillfälle att ånyo besöka huvudvattendelaren.

Avloppspassen.

Det lägsta förut anträffade passet är det som jag benämnt södra Salojaure-passet. Det är beläget mellan de små norska sjöarna Riddualggejavrre och Forsvatnet och bör hädanefter kallas Riddualggejavrrepasset. Dess nivå har av mig genom nivellering bestämts till 618,78 *m* ö. h.[1]

25 *km* N om detta pass fann jag 1916 med ledning av den nya norska kartan ett ännu lägre, beläget strax V om riksröset 249. Att jag ej anträffat det redan 1913 berodde på att den svenska kartan utvisar en stigning på ej mindre än 315 *m* från Råtjajaure till denna del riksgränsen. Terrängen skulle alltså här ligga på minst 750 *m*:s höjd, och jag ansåg det därför föga givande att här göra ett besök. Passpunkten är emellertid belägen mellan sjöarna Njallajaure och Gussajavrre, enligt den norska kartan belägna på respektive 560 och 558 *m*:s nivå. Genom spegelavvägning från den förra fann jag att passpunkten ligger på 562,6 *meters* höjd. Den svenska kartan visar alltså ett fel på minst 200 *m*.

De lägsta passen mellan St. Lule älv och norska kusten äro alltså

	m ö. h.		*m* ö. h.
Njallajaurepasset	562,6	Tappa Korso	661,8
Riddualggejavrrepasset	618,78	Rarkajaurepasset	665
(Norra) Salojaurepasset	623	Norra Suorkepasset	667,9
Gautelestuoddarpasset	649	Hurriluoktepasset	677

Det nyupptäckta passet är icke blott det lägsta i det här behandlade området utan sannolikt på hela sträckan mellan Ume älv och Torne Träsk.

I den del av Skandinavien varom här är fråga är huvudvattendelaren nästan helt och hållet förlagd till den östskandinaviska ter-

[1] Enquist har oriktigt uppgivit dess höjd till 615 *m*. Tydligen har han erhållit denna siffra genom att godtyckligt höja den norska kartans barometervärde för Riddualggejavrre 614 med 1 (*1*, 36).

rängen med dess mera lugna topografi. Alla de här nämnda passen äro med undantag av Tappa Korso belägna i vida, öppna dalar med en även mot V. mycket svag lutning. Dräneringsriktningen på ömse sidor om passpunkten är jämförelsevis odeciderad, och såväl i Njallajaurepasset som i Riddualggejavrre- och norra Suorkepassen är det rätt svårt att avgöra, var den egentliga passpunkten är belägen. *Det är därför utan vidare tydligt att de isdämda sjöarnas avloppsälvar trots en betydande vattenmassa icke gärna kunnat genom bakåtgående erosion förflytta passpunkterna mot O, ty fallhöjden har varit alltför obetydlig.*

Det enda pass som ligger på själva gränslinjen mellan det mogna östskandinaviska terrängområdet och den västnorska fjordtopografien är Tappa Korso. Passpunkten måste här ursprungligen ha legat c:a 60 *m* högre och 700 *m* längre mot V än nu (*3*, 116). Denna förflyttning av huvudvattendelaren kan emellertid icke annat än till mycket ringa del hava utförts av avloppet för en isdämd sjö, ty det norra Suorkepasset, som från samma dalgång leder över vattendelaren, och som icke visar några spår av postglacial nederodering, ligger mera än 50 *m* under den ursprungliga passnivån vid Tappa Korso (*3*, 113—117).

Som en förklaring framkastar nu WRÅK (*11*, 234), att Tappa Korso nedskurits i interglacial tid, och att iserosionen sedan sänkt den norra passhöjden till nuvarande nivå. Denna hans förklaring innebär ju i och för sig en märklig inkonsekvens, ty han hävdar annars som bekant ivrigt att iserosionen icke haft någon nämnvärd omfattning under istidens sista skede. Hans förslag är så mycket egendomligare som det är grundat på den paradoxala konstruktionen, att iserosionen vid det norra passet varit synnerligen kraftig, medan den vid det södra varit reducerad till intet. Likväl bör det senare ha legat lika väl utsatt för isrörelsen som det förra. Emellertid visar klyftan inga spår av glacial omformning och kan därför icke vara av interglacial ålder.

Som jag förut visat (*3*, 114—119), finnes därför ingen annan möjlighet att förklara Tappa Korsos uppkomst än att glaciofluviala processer utmodellerat densamma, i det att den sannolikt anlagts av en subglacial älv och sedan nedskurits åtminstone till den norra passnivån av lateralt och marginalt vatten.[1]

Tappa Korso hör alltså i motsats till de övriga passen i detta område till den grupp, i vilka passpunkten i sen- och postglacial tid

[1] WRÅK synes icke ha observerat (*11*, 242) att jag i termen glaciofluvial innefattar såväl laterala, marginala och submarginala som subglaciala fenomen. Detta är orsaken till hans uppfattning att min förklaring av klyftan såsom glaciofluvial innebär en motsägelse.

sänkts och flyttats åt O. Detta beror givetvis på vattendelarens ovan omtalade läge på gränsen mellan den östskandinaviska mera lugna terrängen och den norska fjordtopografiens område. Klyftan mynnar ut i Mannfjorddalens inre del, som blott ligger c:a 70 *m* ö. h. Fallhöjden har alltså varit ansenlig, nämligen 600 *m* på 2 *km*. Den glaciofluviala vattenmängden har därför icke behövt vara särskilt stor för att åstadkomma det nämnda resultatet.

Egendomligt nog synes WRÅK vid sin diskussion av avloppsdalarnas genesis nästan fullständigt hava förbisett denna omständighet. Han synes i stället huvudsakligen fästa sig vid issjöavloppens varaktighet (*11*, 250). Denna faktor är emellertid icke i och för sig avgörande, utan i stället fallhöjden och vattenmängden. Den senare underskattar han, i det han hänvisar till, att istäcket icke kan ha representerat större vattenmängd än vad som nu faller som nederbörd under några få tusental år (*2*, 258). Men den hastiga avsmältningen koncentrerad till en kort tid av varje år åstadkom ju en ackumulation av avrinningsmängden i en skala, vartill numera helt säkert saknas motstycke (jfr ENQUIST; *2*, 114). Och som bekant försiggår floderosionen egentligen blott vid högvattenstånd.

Issjönivåerna och deras förhållande till avloppspassen.

Under istidens sista skede rörde sig inlandsisen, såsom jag visat (*3*), i St. Lule älvs flodområde från OSO icke blott på de lägre utan även på de högre nivåerna.[1] Isdelaren låg längs en linje över eller strax V om Jaurekaska (*3*, 156). Den sista resten av inlandsisen låg alltså O om högfjällen och icke över dessa, såsom ENQUIST (*2*, 28, 110) utan något försök till bevisföring påstår. Hans hänvisning till HAMBERG är missvisande, ty denne uttalar sig på det citerade stället blott om förhållandena i Sarekområdet och icke om vad som försiggått O därom. Den blocktransport från högfjällen mot O, som påvisats måste, såsom jag framhållit (*3*, 145—147), hava ägt rum före de isdämda sjöarnas tid. Detta synes alldeles ha undgått ENQUIST.

Å andra sidan kvarlämnade inlandsisen, då den från högfjällen drog sig tillbaka mot O, betydande ismassor, vilka åtminstone i vissa fall snart antogo en egen från den ursprungliga avvikande rörelse. En dylik höll t. ex. Petsauredalen uppdämd från V under Lule-issjöns hela Langasstadium, vilket omfattade minst tre olika utvecklingsfaser; var och en av dessa måste hava haft ansenlig längd,

[1] ENQUIST har av okänd anledning på sin karta av 1918 (*2*) icke upptagit alla hittills upptäckta refflor. Åtminstone har han icke utsatt de av mig omtalade (*3*) räfflorna NNO om Stuoddajaure.

eftersom t. o. m. breda erosionsstrandlinjer hunno utskulpteras. Endast en ismassa som oupphörligt förnyades, d. v. s. en glaciär, torde under så lång tid hava kunnat hålla en sjö av ifrågavarande storlek uppdämd (*3*, 185, *4*, 103—106). Först efter en klimatförbättring ägde en avsmältning av dessa ismassor rum. ENQUISTS avvikande påståenden (*2*, 115) vila enbart på teoretiska spekulationer och synas delvis t. o. m. strida mot hans egna premisser.

Mellan huvudvattendelaren och den sålunda mot O tillbakavikande iskanten bildades först små lokala issjöar, som senare tappades ur och förenades till större. När iskanten ryckt O om Pålnotjåcko, bildades en enda sammanhängande issjö, som täckte områdets alla större dalar, och vars nivå bestämdes av det lägsta passet på vattendelaren. Det lägsta år 1914 kända var Riddualggejavrrepasset (618,78 *m*), och jag antog därför, att den stora sammanhängande issjön dränerades över detsamma. Den intog först blott Vuojatädno-dalen, men senare skulle även de övriga sjöarna ha avtappats till densamma. Ett utbrett system av strandmärken påvisades i området, korresponderande med nämnda passnivå, dock inga betydande eller fullt säkra annat än i Vuojatädno-dalen. Det stora antal strandmärken, som anträffades på en lägre nivå, måste däremot, som ovan nämnts, 1914 anses tillhöra ett senare stadium, då issjön dränerades mot O.

Min undersökning 1916 fullständigade bl. a. bilden av de små lokala issjöarna på östsidan om passen. Vid Sitasjaure funnos flera. Den nordligaste låg uppdämd mellan iskanten i S och Mereftasfjell och Middagsfjell i N. Den dränerades mot NV genom passet till Sneskaredalen, vilkets nivå, 785 *m*, bestämde sjöytans höjd. En liten vacker erosionsstrandlinje på denna nivå ligger på Middagsfjellets SV-sluttning. Då iskanten släppt dettas SO-flank, avtappades issjön till Kjaarda-dalen. — Det lägsta passet mellan Sitasjaure och norska kusten ligger strax N om Rarkajaure på östsidan om Måkkolisålke; dess nivå är 665 *m*. Den av SVENONIUS (*9*, 554; *3*, 122) omnämnda praktfulla milslånga strandlinjen kring norra delen av Sitasjaure hör till denna nivå och likaledes sannolikt den bäst utbildade terrassen vid Lietejokk (*3*, 122).

Endast 3 *m* lägre än Sitas-issjön låg Suorke-issjön som dränerades genom Tappa Korso. Alla tecken tyda på att den vattenmassa som här runnit fram varit ansenlig. Likväl har icke sjöytan varit stor, ty så snart iskanten vikit tillbaka O om Kaisemuora, tappades sjön ur och sänktes i nivå med Njallajaurepasset. Till densamma avtappades nu den ena efter den andra av de lokala issjöarna. Så bildades Övre Luleissjön, till vilken slutligen även Vuojatädno-issjön avtappades, sedan iskanten släppt Pålnotjåkkos östsluttning.

Den lägsta mycket utbredda serien strandmärken hör till denna nivå, Njallajaure-nivån. Följande vackert utbildade erosionsstrandlinjer höra hit:

I Vuojatädno-dalen		I huvuddalen och dess bidalar	
Noijevare	579 *m*	Kalavarats	576 *m*
Sepirjokks mynning	579 *m*	Alemusjaures N-sida	589 *m*
Åiveketjetjåkkos S-sluttn.	582 *m*		
På terrasserna vid Kisuris	585 *m*		
» » » Akka	587 *m*		

Emellan denna nivå och Vuojatädno-issjöns (Riddulalggejavrrepassnivån) finnas även ett antal strandmärken, huvudsakligen bestående av de lägsta planen av ackumulationsterrasserna vid Kisuris och Akka (*3*, 137). Deras nederkanter ligga på respektive 586 och 590 *m:s* höjd. Dessa plan få emellertid anses vara avsatta i Övre Luleissjön vid ovanligt högt vattenstånd och stark vårflod, då smältvattenälven vid Akka översvämmade hela deltat och byggde ut detsamma längs hela dess periferi. När sedan älvens vattenmängd minskades och den drog sig tillbaka till sin egentliga (nordvästra) fåra (se *3*, tavla 7), fortsatte sedimentationen blott omkring denna vid sjöytans normala nivå, medan den i övrigt avstannat längs deltats kanter. Dessa ligga visserligen mestadels 3 *m* ö. erosionsstrandlinjen men sänka sig emot bäckens mynning till 5 *m* under densamma.

Övre Lule-issjön sträckte sig även in i själva genombrottsdalen, vilket utvisas av den vackra erosionsstrandlinjen vid Alemusjaure. Huru långt mot O den nådde, innan den glaciofluviala dräneringen mot O begynte, kan däremot icke avgöras. Enär nämnda strandlinje visar ett brett, synnerligen väl utmodellerat plan (*3*, 166—167), är det dock sannolikt att dess bildning krävt lång tid, och att iskanten därunder hunnit flyttas O om högfjällszonen.

Nivådeformationen.

Vid beräkningen av den olikformiga höjningen inom det västliga fjällområdet kunna de vackra erosionsstrandlinjerna vid Sepirjokks mynning tagas som utgångspunkt. De härröra både från Vuojatädno- och Övre Lule-issjön och hava av mig nivellerats. Den förras strandlinje ligger 622 *m* ö. h., alltså endast 3,2 *m* ö. det 30 *km* längre västerut belägna Riddualggejavrrepasset. — Övre Lule-issjöns strandlinjer ligga på samma höjd vid Sepirjokk som på det 5 *km* längre västerut belägna Noijevare eller 579 *m*. — Dessa båda fakta angiva, att den väst-östliga gradienten är mycket liten. Från Sepirjokk till passet blir den ej större än 1,07 *m* på 10,000.

Från Sepirjokk till Njallajaurepasset sjunker däremot Övre Lule-nivån på en sträcka av 32 *km* från 579 till 562,6 *m*. Detta ger en deformationsgradient av 5,1 på 10,000 *m*. *Den nordvästliga gradienten är alltså fem gånger större än den västliga.*[1] D. v. s. den södra delen av huvudvattendelaren har efter issjötiden höjt sig i förhållande till den norra, i det nivådifferensen mellan de båda passpunkterna vuxit med c:a 12 *m*.

Detta stämmer rätt väl med det isobassystem som VOGT upprättat över Nordlands kust (*10*, 29). Olikformigheten i vattendelarens höjning skulle alltså sammanhänga med höjningsaxelns riktning. Lokala orsaker kunna även tänkas hava medverkat. GAVELIN har ju visat att under St. Luledalens issjötid en stor ismassa med egen rörelse täckte hela området mellan Sulitelma och Vastenjaure (*6*). Den bör i viss mån hava uppskjutit den senglaciala höjningen av det södra området, till dess den efter issjötiden avsmält. Vidare har HOLMSEN (*8*) genom studier av strandlinjernas nivåer i centrala och norra Norge kunnat konstatera att fjällpartier, uppbyggda av sega, tunga eruptiver och omgivna av sedimentära bergarter eller lättare eruptiver, under sen tid hava höjt sig i förhållande till omgivningen. Som bekant utgöres Sulitelma av en ofantlig gabbromassa, och mindre gabbromassiv finnas även mellan detta fjäll och Riddualggejavrre bl. a. även på den norska sidan (*7*), medan dylika synas saknas längre norrut. Denna omständighet kan ju tänkas hava bidragit till det södra områdets höjning.

O om den västra silurzonen synes gradienten växa ytterligare. På den 7 *km* långa sträckan mellan Sepirjokk och Kisuristerrasserna stiger nämligen Övre Lule-nivån från 579 till 585 *m*. Detta motsvarar en gradient av 8,6 *m* på 10,000.

Avloppsvägarna mellan passen och norska kusten.

Som jag ovan framhållit, torde i allmänhet endast de pass, som äro belägna invid de norska fjorddalarna, nämnvärt hava nedskurits av issjöavloppen, ty blott där erhöllo dessa en större fallhöjd. Vid de övriga hava avloppsälvarna icke efterlämnat andra spår än vidsträckta kalspolningar av dalbottnarna. Men sådana äro också mycket vanliga. Så har Sitas-issjöns avlopp fullständigt frispolat hela

[1] Att märka är likväl, att mitt höjdvärde f. Njallajaurepasset är baserat på den norska kartans barometervärde f. Njallajaure. Detta torde dock ej vara behäftat med större fel än någon *m*., enär fixpunkten (havsnivån) är belägen rätt nära. I allmänhet stämma de norska barometervärdena synnerligen väl med mina från de svenska fixpunkterna verkställda nivelleringar.

den platåartade dalgången från passpunkten N om Rarkajaure ända till Laphaugen och Rundtindvatnet. På samma sätt är nästan hela terrängen från Hurriluoktepasset fram emot Leirfjorden frisköljd från allt löst material utom större block. Den östskandinaviska terrängens lägre partier mellan vattendelaren och gränsen mot den norska fjordtopografien är så gott som överallt förvandlad till en steril bergöken.

Men då vattenmassorna nådde fram till fjorddalarnas branter, växte vattenkraften och därmed erosionsförmågan. Där vattenmäng-



J. F. fot. 1916.

Fig. 1. Hellemofjordens inre del med den skogbevuxna deltaplatån.

den var tillräckligt stor och varaktig, utskuros därför i fjorddalarnas sidor raviner. Sådana saknas icke nedanför något pass, genom vilket en någorlunda varaktig issjö dränerats. Avståndet mellan ravinens övre ända och passpunkten beror i varje sådant fall på, huru långt in i det östskandinaviska området från fjordtopografien räknat passet i fråga är beläget.

En sådan ravin är Kjaardadalens nedre, djupt nedskurna del. En annan är Skjomens Sördal nedanför Tverfjell. Ingendera av dessa kan hava bildats av de relativt små vattendrag, som nu framrinna på deras botten. Båda äro emellertid mycket korta och den ena dessutom delvis förstörd av bergskred. Utomordentlig praktfull är

däremot den som utskurits av Övre Lule-issjöns avloppsälv nedanför Njallajaurepasset. Förhållandena här äro av så stort intresse att de förtjäna att något närmare omnämnas.

Hellemofjorden, den längsta av Tysfjords många armar, slutar endast 6 *km* från riksgränsen. Dess dal är här liksom annorstädes synnerligen vackert markerad (se fig. 1). I dess innersta ända utmynnar en ravin med vid mynningen c:a 160 *m* höga lodräta väggar. 1 *km* längre upp vidgar sig denna till en kittel med c:a 400 *m:s* diameter. Dennas botten ligger c:a 80 *m* ö. h., och utför dess norra



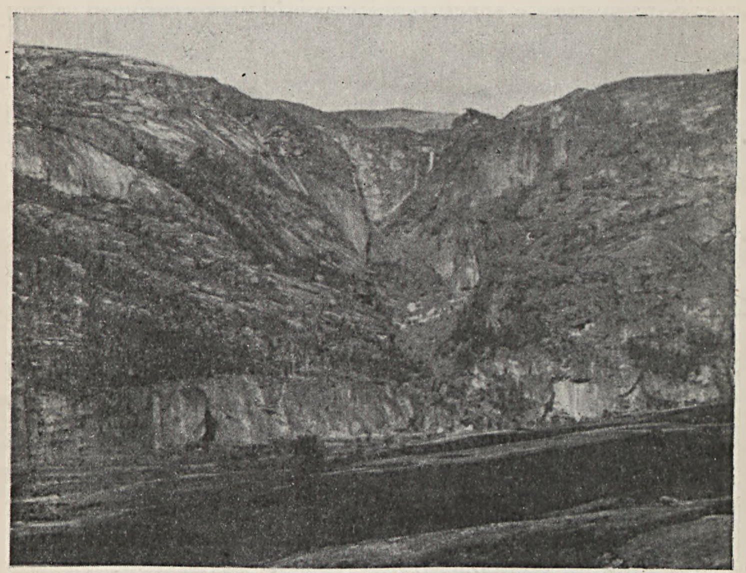
J. F. fot. 1916.

Fig. 2. Den senglaciala dalkittelns norra sida.

vägg störtar sig en liten bäck som kommer ur en högre liggande ravin. Denna utmynnar i dalkitteln 120 *m* ovanför dess botten och är alltså hängande i förhållande till densamma.

Den övre ravinen är 2 *km* lång och i sin nedre del 100 à 125 *m* bred. Den övre 1 *km* långa delen är intill 500 *m* bred. Den är nedskuren i en horisontal, fullständigt renspolad klipplatå, som i dessa trakter utgör den västligaste utlöparen av den östskandinaviska terrängen. Kanjonens botten ligger mera än 300 *m* under platåns yta, och dess sidor äro överallt fullständigt lodräta. Den lilla bäcken, som rinner igenom kyftan, kastar sig ned i densamma utför den nordöstra väggen och kommer ifrån platåsjön Gussajavrre.

Det är naturligtvis fullständigt uteslutet att den lilla rännilen, som här och där på bottnen av kanjonen t. o. m. fullständigt försvinner under det lösa materialet, skulle kunnat utskulptera denna imponerande ravin. I stället är det tydligt att denna utformats av avloppets för Övre Lule issjön väldiga vattenmassa, som kom från den 2 *km* längre i O belägna passpunkten. Platåytan, som skiljer ravinen från Gussajavrre, växlar mellan ½ och 1 *km* i bredd, och i densamma hava vattenmassorna utskurit trenne intill 30 *m* djupa rännor, av vilka nu endast en är vattenförande; den genomflytes av



J. F. fot. 1916.

Fig. 3. Mynningen av den övre ravinen, belägen ovanför kitteldalens vägg.

den lilla bäcken. De övriga äro torra; deras passpunkter äro belägna längst i NO invid sjön. Hela NO-sidan av kanjonens övre del är i själva verket ett gammalt fallhuvuvd. Detta är orsaken till den stora bredd som den övre delen uppvisar i förhållande till den nedre. — På platån invid ravinens SO-sida ligger invid kartans höjdsiffra 527 en grusbank, uppkastad där av älven, innan den ännu hunnit att genom bakåtgående erosion utskära kanjonens översta del.

Kanjonen företer, såsom också kartan utvisar, starka växlingar i bredd och skarpa krökar och slingringar samt även i övrigt en sådan fluviatil utformning i detalj, att den omöjligen skulle kunnat

bibehålla dessa drag under en nedisning. Även en obetydlig dalglaciär och i ännu mycket högre grad en inlandsis måste hava utplånat eller utsuddat den fluviatila form som nu i så hög grad karakteriserar kanjonen Men i stället framträder hos denna den fluviatila morfologien i alla detaljer så pregnant att icke det ringaste tvivel kan förefinnas om att den är av postglacial ålder. Den utgör alltså ett vackert exempel på de senglaciala avloppsälvarnas erosionsförmåga. I detta fall har alltså en sådan älv genom sin erosion flyttat fjordtopografien åtminstone 2½ *km* in i den östskan-



Fig. 4. Den senglaciala ravinen mellan Gussajavrre och Hellemobotn. Efter konceptkartan till norska gradavdelningsbladet Hellemobotn. Skala 1 : 50 000.

dinaviska terrängens område. På grund av issjöns avtappning mot O avbröts likväl processen på ett avstånd av 2 *km* från passpunkten.

Ravinens byggnad utvisar att erosionsarbetet samtidigt pågått på tvenne olika punkter. Kanjonen består ju i verkligheten av tvenne, en övre och en nedre, vardera avslutad uppåt av ett dött fall. Att sålunda erosionsprocessen samtidigt fortskridit på två horisonter, synes emellertid icke bero på olikheter i berggrundens sammansättning, ty så vitt jag kunde finna är denna densamma på de bägge nivåerna. Att en ung erosiondal på detta sätt är uppdelad i två eller tre på olika nivåer belägna och genom fallbranter åtskilda avsnitt är emellertid icke så ovanligt. Fenomenet förekommer t. o. m.

i betydligt större skala än i det här skildrade fallet. Så har jag redan förut omnämnt hurusom Skjomens Sördal är uppdelad i trenne avsatser eller »våningar» (*5*, 256).

Avloppsälvarnes ackumulationer.

De senglaciala älvarnas deltaplatåer i de isdämda sjöarna hava som bekant undersökts och skildrats av ett stort antal forskare. Själv har jag kartlagt ett dylikt deltasystem (*3*). Däremot hava avloppsälvarnes ackumulationer ännu icke behandlats, ehuru deras större vattenmassa och flerstädes även betydligare fallhöjd böra hava givit upphov till ännu mera omfattande bildningar av detta slag, särskilt vid mynningarne i havet. Emellertid föreligger ju härvidlag stor svårighet att avgöra, vilka ackumulationer avsatts av dessa älvar och vilka härröra från vatten, som före och efter deras tid i samma dalfåra runnit från passpunkterna till havet. Och denna svårighet växer ju, desto större avståndet är mellan passen och kusten, d. v. s. ju större den vattenmängd varit som normalt framrunnit i dessa dalar.

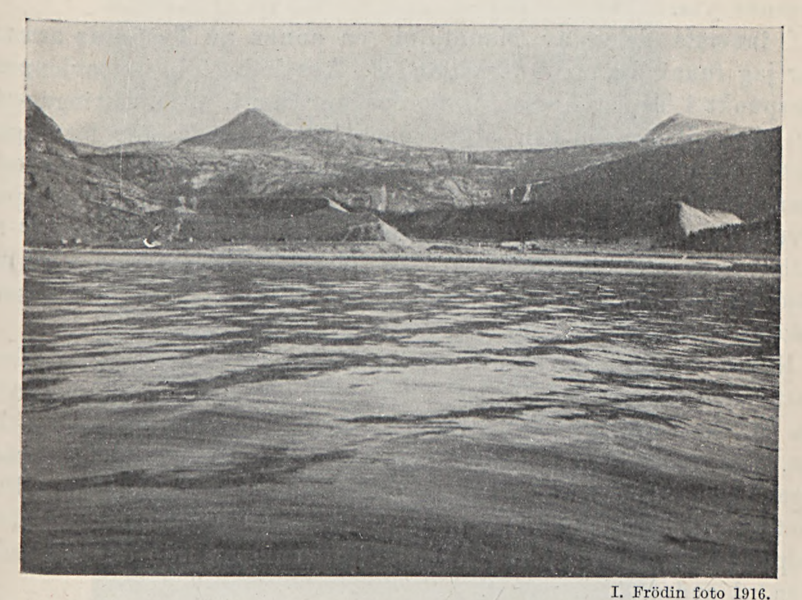
Det gäller alltså att vid en sådan undersökning uppsöka fall där avståndet mellan passen och havsnivån är reducerat till ett minimum. Trenne dylika har jag lyckats anträffa.

Mellan den ovan beskrivna senglaciala klippravinens mynning i Hellemofjordens dal och passpunkten på huvudvattendelaren är som nämnts endast 5 *km*. Det vattendrag, som nu där framrinner är ytterst obetydligt och kan omöjligt ha bildat kanjonen. Omedelbart utanför denna utbreder sig emellertid en 2 *km* lång deltaplatå i dalens hela till en *km* uppgående bredd (se fig. 4 ovan). Dess övre del ligger i nivå med ravinens botten och utgör alltså en direkt fortsättning på denna. Platåns nederkant är enligt av mig gjord nivellering belägen på en höjd av 58 *m* ö h. Något utanför densamma ligger en fristående gruskägla, som tydligen tidigare sammanhängt med deltaplatån. Vid ravinmynningen har dennas yta en höjd av 67 *m*, och *hela deltaplanet visar alltså på en distans av 2 km en lutning av endast 9 m.*

Platåns yttre delar äro uppbyggda av sand och grus, endast obetydligt blandat med sten. Men i hela den övre delen till ungefär $1^1/_2$ *km:s* avstånd från ravinmynningen är blockrikedomen mycket stor. I vissa skärningar förefaller det, som om materialet övervägande består av grova block. Enbart denna omständighet visar att deltat är uppbyggt av en mycket starkt strömmande vatten-

massa, ofantligt mycket större än den, som nu på detta ställe rinner ut i fjorden.

I de tvenne egenskaper som sålunda karaktärisera den här skildrade vidsträckta deltabildningen, nämligen det synnerligen grova materialet och planets ovanligt svaga lutning, visar densamma en överraskande överensstämmelse med många av de stora deltaplataerna i de forna norrländska issjöarne. Som jag visat, äro t. ex. flera av de stora terrassplanen vid Akka, Kisuris och Saltolukte (3, 126, 131, 176) av samma beskaffenhet, betingad av samma faktorer, nämligen stor vattenmängd och stor strömstyrka.



I. Frödin foto 1916.

Fig. 5. Distalbranten av deltaplatån vid Hellemobotn, sedd från fjorden.

Anmärkningsvärt beträffande deltaplatån i Hellemofjorden är vidare att det här beskrivna vidsträckta planet tydligtvis även ursprungligen varit det översta. Intet spår av något äldre och övre plan finnes. Visserligen låter det tänka sig att en äldre deltakägla efter en höjning av landet borteroderats av älven, men erfarenheten från andra håll lär, att om en sådan av nämnvärd omfattning förut existerat, den icke helt kunnat förstöras genom älvens serpentinisering på det nya planet. Några rester av densamma borde alltid hava funnits kvar (jfr *3*, 125—134). Någon vidsträckt deltaplatå, uppbyggd av en stor, vattenrik älv, kan alltså icke tidigare hava funnits ovanför den nu befintliga. Detta bety-

der att det är den nuvarandes yta, som markerar ackumulationsnivån d. v. s. havsytans läge under Övre Lule-issjöns tid.

Emellertid erhålles på så sätt endast ett gränsvärde, ty planet visar en nivåvariation på 9 *m*. Men såväl vid Kisuris (*3*, 126—127), som vid Saltolukte (*3*, 177) har jag träffat erosionsstrandlinjer, som utgå från och ligga i nivå med överkanterna av de största terrasserna, vilka äro byggda på samma sätt som den här ifrågavarande.[1] Dylika terrassplan synas alltså vara avsatta så gott som alldeles subakvastikt. Under denna förutsättning kan den marina gränsens nivå vid nämnda tidpunkt sättas till 65 *m* ö fjordens nuvarande yta.

I innersta delen av Mannfjord, en annan av Tysfjords armar, har jag funnit liknande förhållanden. Avståndet från issjöavloppets passpunkt i Tappa Korso till fjorden var här t. o. m. så ringa som 1½ *km*. Utrymme kan alltså omöjligen hava funnits för något större vattendrag; likväl utbreder sig på dalbottnen omkring och utanför klippkullen Vashaaen en vidsträckt platå. Vid företagen nivellering fann jag att dess högsta och östligaste del ligger 70 *m* ö. h. Dess nederkant är beläget en knapp *km* längre mot V på en höjd av 55 *m*. ö. h. Ingen rest av någon äldre, på högre nivå avsatt ackumulation finnes.

Något längre än i de ovan skildrade fallen är avståndet mellan vattendelaren och fjorddalen i Sörskjomen. Från passpunkten 1 *km* S om Kjaardavatnet till Skjombotn är det nämligen drygt 11 *km*. Det vattendrag, som flyter genom Kjaardadalen, kan dock svårligen med sin normala vattenmängd hava uppbyggt den stora deltaplatån vid dess mynning, utan detta torde hava skett vid den tidpunkt, då den var förstärkt med vattenmassan från den isdämda sjön på andra sidan passet.

Platån benämnes Stormobakken, och dess skarpt markerade distalbrant ligger på ett avstånd av 1 *km*. från fjordstranden. Genom nivellering har jag fastställt nivån för planets nederkant till 73,2 *m*. Dess bredd är c:a 700 *m*, och dess överkant ligger 75,3 *m* ö. h. Ytan är synnerligen jämn men här och där blockrik.

Alla tre de här beskrivna terrasserna äro avsatta vid samma marina nivå d. v. s. då havsytan låg 65—70 *m* högre än nu. De tre lokalerna ligga ungefär på samma isobaslinje (*10*, 29) och om bildningarne äro från samma tidpunkt, böra de ju därför också överensstämma i höjd. Att platån i Hellemofjorden är något lägre än

---

[1] De lägsta planen vid Kisuris och Akka äro huvudsakligen byggda av fint material (jfr sid. 58 ovan).

de båda övriga, torde bero på att den i huvudsak härstammar från ett framskridet skede i Övre Lule-issjöns utveckling.

Som bekant äro erosionsstrandlinjer i fast berg kända från samma delar av Nordland; de har där anträffats på två olika nivåer, dels 101—103, dels 75—82 *m* ö. h. (*10*, 32). Deras uppkomst sättes i förbindelse med isfoten. De skulle således hava uppstått i ett relativt kallt klimat vid en konstant havsnivå. De talrika marina



T. F. foto 1916.

Fig. 6. Den senglaciala deltaplatån vid Skjombotn. Platåns plan markerat av skogsgränsen.

terrasserna i samma trakter ligga på lägre höjd och måste alltså ha bildats senare. Som VOGT påpekar (*10*, 35), överensstämmer detta med, att först vid ett varmare klimat kan flodernas vattenmassa hava vuxit så, att dylika avsättningar kunnat äga rum. Han nämner också att dessa terrasser icke åtföljas av i fast berg uteroderade strandlinjer.

Emellan de här beskrivna deltaplatåerna och den högsta marina

gränsen föreligger alltså vid Mannfjord och Hellemofjord en nivåskillnad på c:a 35 *m*, vilket alltså utmärker landhöjningens belopp under iskantens tillbakaryckande från fjordbottnarne till området O om vattendelaren. Vid uppkomsten av de isdämda sjöarne i Lappland skulle alltså 1/3 av hela landhöjningen i inre Nordland redan hava ägt rum. Och detta förklaras av att oaktat det ringa horisontalavståndet mellan fjordbottnarne och vattendelaren vertikaldistansen dock är så stor (c:a 600 *m*), att iskantens tillbakavikande på denna sträcka torde hava gått mycket långsamt.

För konnekteringen av de marina gränserna på de båda motsatta kusterna av Skandinaviska halvön torde de sålunda erhållna värdena även kunna bliva av betydelse. Den vackra strandlinjen vid Alemusjaure (3,166) visar att Övre Lule-issjöns Njallajaure-nivå (då issjön dränerades till Hellemofjorden) räckt så länge, att iskantens under sitt tillbakaryckande mot O torde ha nått trakten av östra glintlinjen. Att döma av deltaplanets nivå i Hellemofjorden har havsytan därstädes under tiden sjunkit från 65 till c:a 60 *m*. Vid denna nivå av Västerhavet började Lule-issjöns dränering genom isdelaren mot Bottniska viken. Den dåvarande havsnivån därstädes bör ju kunna fastställas genom studier av gruslagren i avloppsälvens kvarvarande deltabildningar.

Litteratur.

1. Enquist, Fredrik. Der Einfluss des Windes auf die Verteilung der Gletscher. — Bull of the Geol. Inst. of Upsala. Vol. XIV. Uppsala 1916.

2. — — Der glaziale Entwicklungsgeschichte Nordwestskandinaviens. — S. G. U. Ser. C, N:o 285. Stockholm 1918.

3. Frödin, John. Geografiska studier i Stora Lule älvs källområde. — S. G. U. Ser. C. N:o 257. Stockholm 1914.

4. — — Några iakttagelser rörande glaciationen i norra delen av Lule Lappmark. — Ymer 1915. h. 1. Stockholm 1915.

5. — — Några färdvägar från de lapska högfjällen till norska kusten. — Sv. Turistföreningens Årsskr. 1918. Stockholm 1918.

6. Gavelin, Axel. Några iakttagelser rörande istidens sista skede i trakten NV om Kvikkjokk. — G. F. F. Bd 28. 1906. Stockholm 1906.

7. Holmsen, Gunnar. Sörfolden-Riksgraensen. Norges Geol. Unders. Aarbok. 1916. II.

8. — — Om strandlinjernas fald omkring gabbroomraader. — Norsk Geol. Tidsskr. Bind IV. Kristiania 1916.

9. SVENONIUS, FREDRIK. Översikt av St. Sjöfallets och angränsande fjälltrakters geologi. I. — G. F. F. Bd 21. 1899. Stockholm 1899.

10. VOGT, J. H. L. Über die schräge Senkung und die spätere Hebung des Landes im nördlichen Norwegen. — Norsk Geol. Tidsskr., Bind I. Kristiania 1910.

11. WRÅK. WALTER. Resultatet av floderosionen inom Skandinavien sedan sista intergracialtidens slut. — Ymer 1916, h. 3. Stockholm 1916.

Correlation of late glacial annual clay-varves in North America with the Swedish time scale.

By

GERARD DE GEER.

At the meeting of this society on the third of February I presented some diagrams showing the correlation obtained a few days earlier between annual clay-varves[1] at four different localities in Vermont in the United States and corresponding varves of the Swedish time scale.

During an earlier stage of the geochronological investigations I expressed the hope that it would perhaps be possible through comparative studies to find out in Sweden and North America corresponding variations in the rate of recession of the late glacial ice border and thereby to prove that the last deglaciation and probably the last glaciation as well in both regions had been simultanous and due to a common and general cause.[2] This would mean an important step toward a real explanation of the Ice age.

In 1915 I had found that the variation of the single varves could be identified at great distances quite as well as at localities near each other and that the cause of this variation must have been a general one, evidently of climatical nature. Thus I got the hope that such identifications should be performable at least as far as the extension of one and the same climatic zone. The annual means of the temperature of the air nowadays in Northern Europe correspond very well with those of North America east of the Rockies

[1] Compare: varvels. Swedish *varv* (old spelling: hvarf: isl. hwerf) means a circle, a turn as well as a periodical iteration of layers. Proposed as an international term in the Compte Rendu XI Congr. Geol. Int. p. 253.

[2] En förhistorisk tideräkning. Svenska kalendern för 1908; Uppsala 1907, p. 80.

and, the same probably being the case also with respect to those of the warmer melting season, it is obvious that the resemblance must have been much greater still during the late glacial melting epoch, when the land surface was uniformly covered by a great ice sheet. In the glaciated regions of this epoch the amount of heat, radiating from the sun, must have been pretty well registered by the amount of melting water and melting water sediments.

Thus it was to be expected that the annual varves on both sides of the Atlantic ought to show corresponding variations. I also believed to have found some such series which might be identical, though they were too short to be quite reliable. In the case of one, from Essex Junction, on the east side of Lake Champlain, near Burlington, the identity depended upon the assumption that I had, when measuring that series in 1891, at two horizons sprung over together three varves.

During the last five months of 1920, accompanied by my wife and two others of my most experienced assistents, dr R. Lidén and dr E. Antevs, I went to North America in order to find out how far it was possible to make an international use of the Swedish time scale.

At Essex Junction we found that my first measurement was correct, that no varves were oversprung and thus that the variation of the whole series dit not fit. As the section now exposed at several horizons was folded, we had to measure the undisturbed layers at as many places as possible. Thereby I got a material allowing later on the combination of all the measurements to a composite, well controlled series, which I succeeded with certainty to identify with the Swedish time scale between the years — 1099 and — 1208 before the end of the Ice age. Of those 109 varves 97 — or 89 % — fitted very well, while 11 % were dissimilar or locally developed, as also in Sweden is often the case.

With Essex Junction as starting point I succeeded already the following day in identifying with the Swedish time scale also the varves at three other localities in Vermont, or Waterbury, Woodsville, and Wells River, where dr Lidén at my request had executed measurements in order to facilitate and corroborate the definitive correlation of Essex Junction.

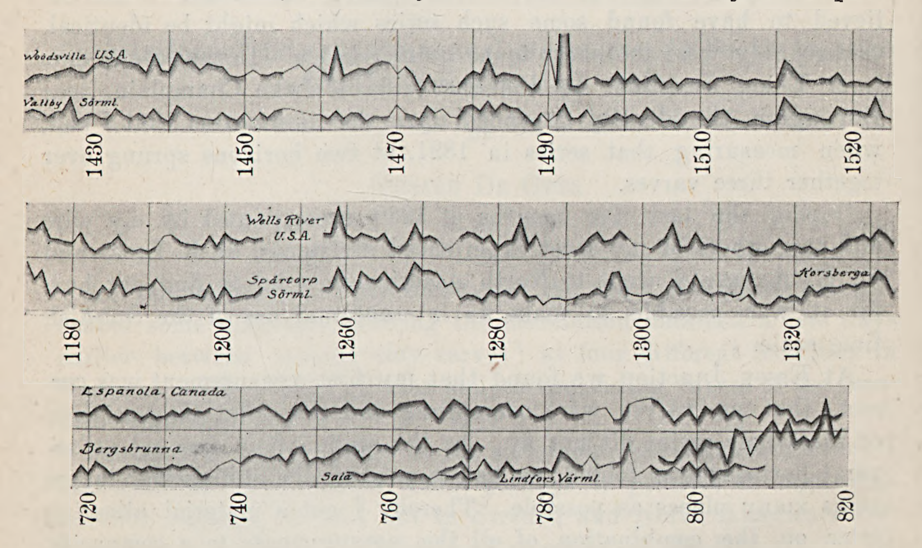
At Waterbury the measured varves were identified with the years — 1178 to — 1440 of the t me scale, 210 varves — or 80 % out of the whole number, or 263 — showing identical variations and only 20 % being local.

At Woodsville the identified layers pertained to the years —

1413 to — 1556, 125 varves — or 86 % out of 144 — being normal and only 14 % local as to their thickness.

At the town of Wells River, situated at Connecticut River, the varves were fixed to the yeers — 1173 to — 1339 with 129 varves — or 77 % out of 144 — being of normal and 23 % of local thickness.

Thus, at all of those four localities, out of 683 varves no less than 561, or 82 %, show very distinctly the same variations as the Swedish time scale, while only 122, or 18 %, are locally developed.



Correlation of varves in North America with the Swedish time scale (lower linre). Figures = years before the End of the Ice age. Vertical lines up to the curve show the thickness of the varves, 1 : 5 of natural size. Shadow marks identified varves.

About a week afterwards I succeeded also in identifying with the said time scale a very long series of varves, measured by Lidén North of Lake Huron and North Channel at Spanish River and the town Espanola in Ontario, Canada. The whole series comprises 1505 varves, out of which a number of 1117 were measured. At two horizons the layers were disturbed and could thus here not be measured. Near the middle of the section the varves were too thin to show the variations sufficiently well and their number was only estimated at something between 300 and 400. Still a specimen of the whole series thus not measured on the place was secured by dr Lidén for the collections of the Stockholm University. Even 165 varves just below those last mentioned were too thin to allow reliable comparisons, but of 952 varves of more favorable

thickness 705 varves or 74 % were found to show the same variations as the Swedish time scale for the following years: the uppermost varves, only 1 *m* below the somewhat river-eroded surface, from the year — 204 to — 437; further on, below a disturbed zone of 34 years, a series from — 472 to — 908. The thin varves not measured showed by the dating of the adjoining ones to be 336. Below those followed the 165 thin varves measured, out of which only 26 % cold be identified. The following, disturbed zone, which by dr LIDÉN was assumed to comprise less than 20 varves, was found to contain 18 and the bottom series was identified with the years — 1420 to — 1708 of the Swedish time scale.

By means of the identification of the varve-series in Vermont and at Espanola all the annual varves of the milder, finiglacial subepoch have thus been recognised also in North America, only with exception of the very last 200 ones, deposited just before the end of the Ice age; and furtheron the same is true of all the varves, corresponding to the stationary stages of the well known Scandinavian terminal moraines, marking the end of the colder, Gotiglacial subepoch.

Espanola is situated about 850 *km* W of Wells River and about 6 250 *km* or nearly 4 000 English miles WSW of Stockholm. This being almost one sixth of the whole circumference of the earth, it seems quite evident that the cause of the variations of the varves must have been a general one and a rapidly working too, just like the radiation of heat from the sun. If this be the case it may also be possible to obtain correlation with the varves in other, formerly glaciated regions, such as the Rockies, Switzerland, Himalaya and Patagonia and thus to extend the use of the time scale all over the earth.

Added during the printing.

Just before the above was going in press I obtained also connection with two localities in Canada, Haileybury and Dickson Creek, Ontario, about 250 *km* NE of Espanola, in the district of Timiskaming. The varves identified pertained to the years + 297 to — 341 from the End of the Ice age.

This means that the ice border at the End of the Ice age was still in this region, a considerable part of the great American glaciation being left on the Laurentian highlands to melt away during the neolithic, postglacial subepoch.

Anmälanden och kritiker.

Genmäle

å Hans W:son Ahlmanns beriktigande av min kritik angående tydningen av stranderosionsterrassen vid Lienön.

Av

CARL CARLZON CALDENIUS.

Docenten AHLMANNS mer temperamentsfulla än vederhäftiga och sakliga svar å min i novemberhäftet 1920 av G. F. F. införda kritik över hans tydning av bildningssättet för stranderosionsterrassen vid Lienön har avgivits i en form, som visserligen ej inbjuder till ytterligare diskussion, men som fordrar att med några ord belysas, för att det oberättigade i hans mot mig däri riktade anklagelse att vara ute i ogjort väder skall framstå i sin rätta dager.

Följande må framhållas:

AHLMANNS av mig citerade avhandling är hans disputationsavhandling. AHLMANN ansåg sig genom sin på oriktiga premisser stödda tydning av stranderosionsterrassen vid Lienön ha erhållit en bestämning av torrperiodens vattenstånd inom Ragundasjön.

Stranderosionsterrassens utbildning har av mig satts i samband med Indalsälvens genom sjön gående ström och ej med Singsåns, och såväl i titeln till som i min föregående kritik har jag tydligt angivit, att jag åsyftat stranderosionsterrasserna vid Lienön och vid byn Näset mitt emot och ej några av de inom Singsåviken belägna terrasserna, såsom AHLMANN i sitt svar söker göra troligt.

Mötet den 13 januari 1921.

Närvarande 35 personer.

Ordföranden, hr Holmquist, meddelade, att styrelsen till medlem i föreningen invalt

Gruvingenjören Carl Th. Thäberg, Norrköping på förslag av hrr H. E. Johansson och B. Asklund.

Företogs till behandling styrelsens vid föregående sammanträde bordlagda förslag om höjning av årsavgiften till kr. 20 och ständig ledamotsavgift till kr. 300 från och med 1921 och beslöts efter någon diskussion med 19 röster av 21 avgivna i enlighet med styrelsens förslag.

En från Societé géologique et mineralogique de Bretagne i Rennes inkommen anhållan om publikationsutbyte blev på styrelsens förordnande bifallen och skulle till nämnda sällskap föreningens förhandlingar översändas från och med årg. 1920.

Fil. kand. R. Looström höll ett av kartor och stuffer belyst föredrag om Älvdalsporforerna.

Med anledning av föredraget yttrade sig hrr H. E. Johansson. G. De Geer och *föredraganden*.

Hr H. E. Johansson ansåg föredr:s utredning av Dalaporfyrformationens geologiska byggnad och relationer till omgivande äldre berggrund betydelsefull och belysande, särskilt med tanke på sådana områden inom vårt urberg, där det gäller att utreda relationerna mellan å ena sidan verkliga effusivformationer och å andra sidan finkorniga äldre bergartsformationer av gnejsoid karaktär. Så t. ex. hade tal. under några exkursioner sommaren 1918 inom vissa delar av Västerbotten och Pite Lappmark erhållit det intrycket, att en motsvarande undersökning av Arvidsjaurs porfyrformation säkerligen skulle komma att resultera i ett klarläggande av nämnda formations geologiska självständighet gentemot den verkliga Skelleftefältformationens bergartsserie. Beträffande den av föredr. framhållna diskor-

dansen mellan Dalaporfyrerna och Dalasandstenen ansåg tal. densamma ej behöva ange något länge tidsintervall mellan de bägge formationernas bildning. Vissa av föredr. såsom sekundärt utfyllda ursprungliga blåsrum tolkade strukturbildningar i de fluidalstruerade porfyrernas grundmassa trodde tal. naturligare kunde förklaras såsom direkta kristallisationer i samband med underkylningsföreteelserna i den viskosa kvarts-fältspatmagman.

Mötet den 3 februari 1921.

Närvarande 27 personer.

Ordföranden, hr P. J. Holmquist, meddelade att sedan förra mötet föreningens ledamot professor A. G. Nathorst avlidit samt yttrade med anledning därav följande:

Med professor A. G. Nathorst's bortgång har den geologiska vetenskapen i vårt land förlorat en av sina mest framstående medarbetare. Förlusten är så mycket mera kännbar som Nathorst i mer än tre årtionden varit en av våra främste vetenskapliga auktoriteter, genom vilken vi även internationellt varit på ett synnerligen hedersamt sätt representerade.

De Föreningens medlemmar som kommit i närmare beröring med Nathorst och fått samarbeta med honom inom hans huvudfack, växtpaläontologien och de arktiska ländernas geologi, äro visserligen ej så många, men alla stå vi i tacksamhetsskuld till honom för den stora insats på den geologiska allmänbildningens område, som han åstadkommit genom sitt verk »Jordens historia». Detta utkom under en tid, då grunden lades till den rika blomstring av geologien i vårt land, som vi nu bevittna, och det gav en vederhäftig översikt av de specifikt svenska grenarna av den geologiska vetenskapen vid en tidpunkt då dessa just börjat att skjuta rask växt. Det är nog otvivelaktigt att de stora landvinningar geologien sedan den tiden gjort hos oss såsom vetenskap, undervisningsämne och även — fast mera indirekt — i praktiskt avseende i ej oväsentlig grad betingats av denna Nathorsts insats för bekantgörandet av den geologiska vetenskapen i vårt land.

I Geologiska Föreningens verksamhet och utveckling har Nathorst tagit livlig del och gjort värdefulla insatser. Därom vittnar ett betydligt antal avhandlingar, föredrag, referat och minnesteckningar av hans hand i våra förhandlingar. Föreningen har ock haft ett tillfälle att visa sin tacksamhet härför, nämligen genom att till hans 65-årsdag tillägna honom såsom festskrift majhäftet av

årgången 1915 av Förhandlingarna samt att vid samma tillfälle under ett högtidsammanträde och en festlighet giva uttryck av beundran för hans stora förtjänster om den geologiska vetenskapen.

Med dessa erinringar har jag nu i Föreningens namn velat bringa minnet av vår bortgångne högt värderade ledamot en hyllning.

Meddelades att professor BECKE i Wien till Föreningen som gåva överlämnat ett exemplar av Tschermakmedaljen i brons.

Hr OLAF HOLTEDAHL höll ett av kartor, profiler och stuffer belyst föredrag om *de norske grænsetrök mellem Fæmund og Trysil.*

Foredragsholderen behandlet særlig fjeldbygningen inden kartbladet Engerdalen's omraade hvor han, for Norges geologiske undersökelse, havde företat studier sommerne 1919 og 1920.

Först omtaltes de prekambriske fjeldkomplekser som optar omraadets östre del, mellem Engerdalen og riksgrænsen. Man har her vestligst et nord—syd gaaende belte med granit, længer öst et belte med porfyr og saa længst öst, fortsættende ind i Sverige, Dalasandsten eller, som den gjerne kaldes paa norsk side, Trysilsandstenen. Inden det förstnævnte omraade optrær en række forskjellige granitvariteter, mest helt upressede bergarter, dertil diorit, diabas m. m. Disse mer basiske bergarter er ældre end graniten. I graniternes sterkt jorddækkede grænseströk i öst er iagttat en granofyrisk bergart, desuten vakre kvartsporfyrer. I det egentlige porfyrbelte som man saa kommer ind, er der en rik variation av porfyriske og porfyritiske bergarter, som for det meste viser en lodretstaaende, nord—syd gaaende opsprækning, der tildels er utviklet som en virkelig skifrighet. Dette forhold gjör at det ofte er vanskelig at faa et sikkert indtryk av porfyrbergarternes forekomstmaate, men det fremgaar dog at man har med en tydelig bænkning at gjöre og med en foldning av bænkene efter nord—sydgaaende akser. Saavel denne bænkning som bergarternes karakter — de basiske typer er mest poröse, slakkeagtige likesom der optrær agglomeratiske varieteter — angir at man har en effusivserie for sig. Efter hvad foredragsholderen under sit ophold i Stockholm havde havt anledning til se og efter konferance med kandidat LOOSTRÖM som velvilligst havde set paa de medbragte stykker, fremgik det at man ikke havde at gjöre med ekvivalenter for de egentlige Älvdalsporfyrer; de norske bergarter mindet mer om det ældre Losbergartskompleks porfyrer.

Over porfyrrækken kommer Trysilsandstenen med et mægtig basalkonglomerat. I virkeligheten utgjöres sandstenens nederste

del i betragtelig tykkelse av en stadig veksel av konglomerat (med boller av porfyrbergarter) og ganske tynde lag av röd sandsten. Opover följer saa en lys, mest rödlig finkornig sandsten med, meget almindelig, bölgeslagsmerker paa lagflaterne. Sandstenen ligger tydelig foldet, med strök nord—syd. Stort set er faldet östlig saa man ind mot grænsen kommer i stadig höiere lag. Paa vestsiden av Drevdalen findes ganger av diabas konformt lagringen. Hele den nu omtalte fjeldmasse mellem Engerdalen og riksgrænsen ligger under det, særlig mot nord, meget tydelige og vel markerte subkambriske peneplan.

Gaar man saa over till de yngre bergarter saa finder vi följende forhold. Paa begge sider av Engerdalen ligger like over graniten en kvartssandsten som underst er arkoseagtig og som opad gaar over i en mörk skifer hvori der av Schiötz er fundet et fossil, som sikkert er en Torrellela. Paa dalens vestside kommer herover alunskifer, uten tvil kambrisk, paa östsiden er ikke de direkte overliggende lag iagttat, men et stykke væk optrær her orthocerkalk. Over alunskiferen paa vestsiden följer den senere nöiere omtalte Kvitvolaetage; tilsvarende bergarter optrær paa östsiden av dalen i nivaa dels over orthocerkalken, dels over kvartssandstenen. Kommer man vest for det store dækkeformig optrædende fjeldparti tilhörende Kvitvolaetagen, som strækker sig en mil vest for Engerdalen, saa er de stratigrafiske forhold, som allerede av Schiötz paapekt, helt andre end ved Engerdalen. Her i vest har man som ældste bergartskompleks en mægtig röd grov sparagmit, derover en röd og grön skifer hvorover kommer, hvad Schiötz kaldte den graa sparagmit. Denne sidste er av liten mægtighet, kun faa meter i öst, men svulmer op mot vest hvor den f. eks. i kartområdets vestrand ialfald er hundrede meter tyk. Bergarten er her i den övre del en kvartssandsten. Avdelingen er uten tvil en parallel til »kvartssandstenen», som ved Mjösen kommer under Holmia-skiferen og over en röd og grön skifer, der atter följer over en röd sparagmit (Mjösomraadets röde eller yngre sparagmit). Som et yderligere likhetspunkt har man det forhold at en eiendommelig rödbrun, ulaget konglomeratbergart der optrær överst i den röde sparagmit ved Mjösen, er fundet i tilsvarende nivaa i det östlige omraade. Hermed har man faat fastslaat den stratigrafiska sammenhæng med det klassiske Mjösomraade. Som Schiötz har antat svarer de umiddelbart paa graniten ved selve Engerdalen liggende sandstenslag til den omtalte »graa sparagmit» der kommer over den röde og grönne skifer, altsaa til »kvartssandstens»zonen. Forholdene kan neppe forklares uten ved at anta en gammel nord—syd gaaende dislokation noget vest for Engerdalens

rende, en dislokation ældre end kvartssandstenen, med indsynkning i vest. Man fik ved denne forrykning en denudation i öst hvad der ogsaa stemmer med forekomsten av Dalaporfyrer i konglomeratet överst i den röde sparagmit paa vestsiden av Klara-elven. Man kan ogsaa, i hovedtrækkene, indtegne den sydlige og vestlige hovedgrænselinje for det store sænkningsomraade hvor sparagmitavdelingen optræer med den typiske store mægtighet. Der har tydeligvis været betydelige jordskorpeuroligheter i sparagmitavdelingens tid, dog neppe nogen egentlig foldning. Dette har det emidlertid været efter avsætningen av Trysilsandstenen — hvor jo ogsaa intrusive eruptiver optræer — og derfor bör det sidstnævnte sandstenskompleks henföres til det egte prekambrium mens sparagmiterne slutter sig nær til kvartssandstenen og de fossilförende underkambriske lag, omend ogsaa sparagmiterne avsattes i en tid der ligger forut for den endelige utformning av det gamle subkambriske peneplan som sees saa vakkert utviklet f. eks. paa östsiden av Engerdalen.

Like over den »graa sparagmit» ligger f. eks. i Högbergets og Römundfjelds bekjendte profiler orthocerkalk med nederst en utpræget sandig zone. Ett sted er et stykke av en stor orthocer fundet i selve det konglomeratagtige basallag. Det maa her under orthocerkalken være en meget betydelig hiatus og den nævnte sandige basalzone markerer en strandavsætning under en transgression. Denne stranddannelse av orthocerkalk ligger paa linje med de svenske i Rândalen og Lockne. Av interesse er i denne forbindelse at man langt i sydvest, længst syd i Kristianiafeltet, ved Langesund, ogsaa har et hul i lagrækken under orthocerkalken.

Ved Högberget kommer over orthocerkalken en sort, noget fossilförende skifer som uten tvil ekvivalerer den nederste del av ogygiaskiferen, dernæst fölger Schiötz's »Kvitvola-kvarts etage». Dette mægtige kompleks som gjerne viser nogenlunde flat lagstilling, bestaar, foruten av de nedenfor omtalt karbonatbergarter, av finkornige, mest lyse, rödlige sparagmiter och kvartsiter der ofte viser at de har været utsat for sterkt tryk. Særlig nederst i komplekset finder man utpræget skifrige bergarter, i et lokalt optrædende konglomerat sterkt utpressede boller o. s. v., ofte en hel opknusning av bergarterne. Hvor den nöiagtige kontakt med det underliggende er iagttat, som vest for Lille Engersjöen, har man en helt uregelmæssig grænse. Det er her ingen normal overleiring men alle forhold angir en *skyvning* av Kvitvola-komplekset over underlaget. Av særlig interesse i det skjövne kompleks er karbonatbergarterne. Over store strök finder man ved eller nær den undre grænse uregelmæssige indleiringer av dolomit og der forekommer her ogsaa skif-

rige kalksandstener. Ogsaa höit oppe i lagrækken forekomme
kalksandsten som kan fölges over betydelige strækninger i samm
nivaa. Naar man har set endel til den petrografiske utvikk
ling av den karbonatlag-förende norske sparagmitavdeling i e
omraade hvor fjeldgrunden har været utsat for betydelig press
som f. eks. i Gudbrandsdalen (hvor jo ingen har antat at sparag
miterne skulde være post-kambriske) saa er det paafaldende hvo
store likhetspunkter man her har med Kvitvolakomplekset. Og se
man paa karbonatbergarterne i dette kompleks saa finder man,
presset tilstand, en række av de bergartstyper som opbygger »Biri
kalken» i dennes typiske optræden, ved Mjösen, ved Glomstad
Østerdalen, og ved Jordet i Trysil. Paa sidstnævnte sted f. eks
har man som hovedbergart kalksandsten, desuten dolomitiske la
samt normal kalksten. Det er dog endnu for tidlig at uttale si
med sikkerhet om hvorvidt Kvitvola-komplekset virkelig repræsen
terer et gammelt »eokambrisk» sparagmitkompleks, særlig siden Frö
din ved sine undersökelser paa svensk side, ved Rändalen o. s. v.
har fundet at maatte anta at her forekommer sparagmiter yngr
end orthocerkalken. Imidlertid synes i de sydvest-Jemtlandsk
sparagmit-kvartsit komplekser karbonatbergarter ikke at spille de
rolle som i Kvitvola-etagen og det er vel ikke udelukket at man
det her omtalte norske omraade i sydvest og i de svenske i nordös
kan ha at gjöre med sparagmit-kvartsitserier av forskjellig alder
Sammenhængen er jo i detalj ikke kjendt. Kvitvola-etagens sparag
miter er, ogsaa bortset fra press-strukturen, av en helt anden ka
rakter end de för omtalte röde sparagmiter som danner under
grunden over store strök vest og nordvest for det utgaaende av
Kvitvola-komplekset. Blir resultatet, efter fortsatte undersökelser
at det, som Törnebohm antok, dreier sig om et overskjövet gammel
sparagmitkompleks, maa skyvningen ha været av betydelige dimen
sioner. Kommer man vestover til Rendalen möter vi sparagmite
av samme karakter som i Kvitvola-etagen. Det som maa gjöres
paa norsk side er at fortsætte detaljundersökelserne fra det nu
studerte omraade mot vest og nord. Der findes her godt kart
materiele at bygge paa.

Tilslut omtaltes forholdene ved en forekomst av »öiegneis» lig
gende i dolomitholdig skifrig sparagmit i ströket nordvest fo
Herjehogna samt en forekomst av »seter», strandlinjer fra en lite
isdæmt sjö, i samme strök.

Med anledning av föredraget yttrade sig hrr Zenzén, Looström
G. Frödin och *föredraganden.*

Hr ZENZÉN framdrog i korthet några likhetspunkter mellan de geologiska förhållandena inom det av föredraganden nu skildrade området å den ena sidan och å den andra dem som voro rådande i det av honom förut beskrivna Finmarken jämte det av talaren undersökta, angränsande Kvænangen. Till utgångspunkt vid jämförelsen togos speciellt de inom båda områdena uppträdande tilliterna, resp. tillitliknande konglomeratbildningarna. Till hr HOLTEDAHL framställdes förfrågan, huruvida han haft sin uppmärksamhet riktad på spörsmålet, om det ej skulle vara möjligt, att förhållandena i Finmarken lämpligast borde tydas på ett i huvudsak analogt sätt med dem här i söder. Ett försök, som talaren gjort att skaffa sig en egen uppfattning av geologien inom Finmarksområdet hade fört till ett resultat, som gick ungefär i den antydda riktningen, och om en sådan tydning borde anses vara den mest sannolika, syntes det ej behöva råda någon tvekan om att Raipasbildningarna säkerligen vore av prekambrisk ålder.

Hr G. FRÖDIN framhöll till en början, att divergensen mellan föredr:s uppfattning om sparagmitfältets geologiska ställning och tal:s nyligen publicerade åsikter i denna fråga är mindre, än vad som vid första påseendet kan synas vara fallet. Enligt de senare årens undersökningar, bl. a. i Mjösentrakten (KIÆR), har det norska sparagmitfältet definitivt flyttats upp ur prekambrium och föres nu till underkambrium. I en fundamental punkt förefinnes alltså enighet, nämligen i att komplexet begränsas nedåt av den subkambriska diskordansen, varvid dock bör observeras, att denna diskordans ej överallt är att uppfatta som strängt synkron.

Däremot råda delade meningar om hur långt upp i det äldre paleozoicum sparagmitkomplexet sträcker sig. Föredr. hade helt och hållet begränsat det till understa kambrium och syntes i överensstämmelse därmed snarast böjd att betrakta Kvitvola-etagen, t. ex. i Högberget, som äldre än och överskjuten på den underliggande ortocerkalken, medan däremot på svensk sida, t. ex. vid Rändalen, typiska sparagmitbildningar ha befunnits normalt och konkordant överlagra samma silurhorisont. Att Kvitvola-etagens sparagmitavdelning uppvisar petrografiska likheter med de gamla sparagmiterna långt i väster och sydväst har föga att betyda för en parallellisering dem emellan, enär de ur urbergets sura kristallina berggrund framgångna sparagmitbildningarna sällan visa mer karakteristiska och konstanta variationer. — Föredr:s betraktelsesätt innebar emellertid, att den NO om Kvitvola-etagen liggande delen av det svenska sparagmitfältet — exempelvis mellan riksgränsen i Idre och Häggingsåsen — som vilar på relativt normal fossilförande silur, också måste vara överskjuten och bilda en enda stor skolla. Under härvarande silurhorisont finnes nämligen ingen kvartsit-sparagmitavdelning, varifrån dessa supponerade överskjutningsmassor kunna härledas. Man kommer på detta sätt till överskjutningsbelopp, som redan på grund av sin storleksordning, minst 80—100 km, måste förefalla fantastiska, dess mer som de ej kunna ställas i samband med någon acceptabel veckningsgrav i väster.

Men oavsett dessa betänkligheter kan dessutom hänvisas till mäktiga kvartsit-sparagmitbildningar av bevisligen yngre ålder än underkambrium inom skilda delar av bergskedjan, t. ex. den kaledoniska Valdres-sparagmiten kring Jotunheimen, vissa visserligen petrografiskt avvikande spa-

ragmitiska horisonter inom Trondhjemsfältets mellersta och övre del, den av föredr. beskrivna Finmarkens sandstensformation samt kvartsit-sparagmitzonen inom Södra Lappland och N. Jämtland, där i den s. k. Strömskvartsiten säkra ledfossil anträffats. Det härjedalska kvartsit-sparagmitfältet är fortsättningen söderut på denna zon.

Enligt föredr. skulle lagerföljden inom övre delen av det norska sparagmitfältet N. om Mjösen överallt vara skäligen enkel och bestå av 1) röd sparagmit, 2) konglomerat, 3) röd skiffer, 4) kvartssandstensetagen, 5) olenelluszonen, och samma lagerföljd skulle oförändrad återfinnas SV om Fœmundsjön, varav föredr. dragit den slutsatsen, att därvarande mäktiga sparagmitkomplex ekvivalerar det N om Mjösen belägna och alltså i sin helhet tillhör underkambrium. En sådan parallellisering föreföll dock tal. vågad. Såsom är att vänta inom en formationskomplex av sparagmitfältets karaktär, synas de egentliga ledhorisonterna, skiffern och konglomeratet, ej uppträda tillräckligt lagbundet för att med trygghet tillåta en sådan konstruktion. Härvid är att märka, att röd och grön skiffer äro för denna fråga petrografiskt likvärdiga och endast skilja sig på grund av de genom olika oxidationsstadier hos järnet framkomna säkerligen sekundära färgnyanserna. Beaktas detta, erhåller man exempelvis kring Aasta i Österdalen flera horisonter av grön-röd skiffer *ovanför Biri-nivån* (BJÖRLYKKE: Centrale Norges fjeldbyggning, sid. 32 o. f.) liksom också kring Gausdal (BJÖRLYKKE: Rektangelkartet Gausdals omraade, sid. 13 o. f.). Förutom den egentliga sparagmitformationens grön-röda skiffrar kan dessutom den *Torellella*-förande olenellusnivån i dessa trakter äga karaktär av grön eller röd skiffer. Beträffande konglomeraten synas samma synpunkter kunna göras gällande. — Utgår man från att starka faciesväxlingar göra sig gällande ej blott inom de typiska sparagmitavlagringarna utan också inom samma trakters relativt normala silur — och beträffande detta sistnämnda sakförhållande synas meningarna ej vara delade — har man, såsom också på svensk sida direkt kan påvisas, att räkna med att ledhorisonten av normal silur helt och hållet kan försvinna. Under sådana omständigheter måste det ställa sig praktiskt taget omöjligt att i fält avgränsa de underkambriska sparagmiterna från eventuellt överlagrande petrografiskt likartade yngre bildningar. Så kan förhållandet vara inom sparagmitfältets norra del, t. ex. inom de mäktiga fjällen kring Fœmundsjön, och skulle sannolikt även inträda i Högberget, om därvarande siluriska ledhorisont saknades.

Föredr:s preliminärt vunna resultat, att de siluriska kalkstenarna praktiskt taget voro fria från magnesium till skillnad från de underkambriska sparagmiternas äldre Birikalk, är i och för sig värt allt beaktande men kan ännu så länge ej tillmätas vitsord såsom ett stratigrafiskt kriterium. Bland de tyvärr ytterst fåtaliga kemiska analyserna från svensk sida visar sålunda Hedekalken (= Birikalken) vid Hede i Härjedalen förhållandet 83 % $CaCO_3$: 1 % $MgCO_3$, medan motsvarande värden för Pentameruskalk från Sikås vid Kallsjön äro 79 % $CaCO_3$: 10 % $MgCO_3$ (HÖGBOM: Geol. beskrivn. över Jämtlands län, 1:sta uppl.). Som föredr. själv påvisat, äro dolomitiska kalkstenar synnerligen karakteristiska för Finmarkens unga sparagmitformation. Det syntes tal. av dessa och andra skäl sannolikare, att magnesiumhalten ej får uppfattas som ett kronologiskt indicium utan fastmer som ett uttryck för de klimatiska förhållandena under den säregna sparagmitiska vittringsprocessen, möjligen jämförligt med anrikningen av

magnesiumsalter uti nutida arida eller semi-arida vittringszoner. Att denna säregna sparagmitiska vittrings- och sedimentationsprocess kunnat fortgå ända fram i undersilurisk och kaledonisk tid, samtidigt med att normala väl dekomponerade marina sediment avsattes i närbelägna trakter, innebär knappast något orimligt och äger i nutiden vissa motsvarigheter t. ex. i syd-amerikanska trakter där marina och kontinentalt-arida gebit beröra varandra.

Beträffande frågan om dalasandstenens förhållande till sparagmitformationen är det, i enlighet med vad tal. förut i tryck framhållit, obestridligt, att en diskordans föreligger dem emellan i trakten av riksgränsen kring Fulufjäll. De av föredr. anförda svaga veckningarna och störningarna i sandstenen behöva dock ej härleda sig från en självständig äldre veckningsepok och på så sätt indicera en större hiatus mellan sandstenen och det ovanliggande flackt parallellförskiffrade kvartsit-sparagmitkomplexet utan kunna återföras till de sandstenens sedimentation åtföljande förkastningarna. Det är också tänkbart, att den kaledoniska tangentiella sammanpressningen såsom ett uttryck för de båda formationernas olikartade tektoniska läge — sandstenen fast rotad i en bäckenartad insänkning i urbergsunderlaget och kvartsit-sparagmitplattan vilande på den jämna subkambriska ytan med en för glidningar disponerande lös skifferhorisont till underlag — samtidigt kunnat åstadkomma två till valören rätt olikartade tektoniska störningsfenomen, nämligen veckning inom sandstenen men horisontalförskjutning av den högre liggande sparagmitplattan. — De av föredr. anförda röda kvartsitbollarna i sparagmitkonglomeratet kunna ej heller åberopas som stöd för en mer djupgående hiatus, enär sådana bollar allmänt förekomma i vissa konglomeratlager i själva dalasandstenen, bl. a. just i de berörda trakterna kring riksgränsen.

Foredragsholderen bemerket i anledning ZENZÉNS uttalelser att han var, og havde været, fuldt ut opmerksom paa de mange likhetspunkter der fandtes mellem sparagmitlagrækkens forhold i det sydlige Norge og sandstensserierne i Finmarken. Han havde jo forövrig, da han begyndte arbeidet i Finmarken, ut fra de generelle forhold og den almindelige opfatning, havt den tro at man her havde med jevnaldrende lagrækker at gjöre. Det var studierne i Porsangerdistriktet som havde gjort at han maatte se paa Finmarkens dolomitförende sandstensserier som noget helt andet og yngre, og denne opfatning var blit bestyrket ved senere undersökelser paa Björnöen. En karbonatzone som Björnöens ældre dolomitserie, en flere hundrede meter mægtig normaldolomit, slutter sig helt til Porsangerdolomiten men er meget forskjellig fra »Birikalken». Et andet moment er Raipaseffusivernes forekomst idet vi jo ikke kjender vulkanske dannelser i det sydnorske sparagmitkompleks mens man i Trondhjemsfeltet har en effusivserie som av CARSTENS er antat at være av samme alder som foredr. havde antat for Finmarkens dolomitförende sandstensserie.

Foredragsholderen fremhævet videre, i anledning av FRÖDINS bemerkninger, at han i virkeligheten ikke havde uttalt sig bestemt for en overskyvning, men at han kun havde villet paapeke de store likhetspunkter der var mellem Kvitvola-komplekset og utvilsomme eokambriske sparagmitkomplekser i Norge. Derimot fölte han sig helt sikker paa den omtalte parallelisering mellem de under orthocerkalken liggende zoner i den

vestlige del av Engerdalsbladets omraade og Mjösomraadets sparagmitprofil. Röd skifer forekommer ved Mjösen, foruten i et nivaa i den under Birikalken liggende lagrække, kun i det omtalte nivaa, under kvartssandstenen. Der er ingen tvil om den »eokambriske» alder av den grove röde upressede sparagmit i ströket vest for Engerdalen og nordover til Sölen-fjeldene.

Hr G. DE GEER lämnade ett av diagram belyst meddelande om definitiv fjärrkonnektion mellan serier av senglaciala lervarv från 4 olika lokaler i Nordamerika och motsvarande serier inom den svenska tidskalan. (Se uppsats i detta häfte av G. F. F.)

Till införande i föreningens förhandlingar anmälde sekreteraren

P. GEIJER: On Fluocerite and Tysonite.

J. FRÖDIN: De senglaciala isdämda sjöarna i översta delen av Stora Lule älvs flodområde och dess dräneringsvägar.

G. AMINOFF: Über das Mineral Allaktit.

GEOLOGISKA FÖRENINGENS
I STOCKHOLM
FÖRHANDLINGAR.
BAND 43. HÄFT. 3—4. N:o 345.

Inför 50-årsdagen av Geologiska Föreningens stiftande.

Geologiska Föreningen i Stockholm kan den 15 maj 1921 högtidlighålla 50-årsdagen av sitt stiftande. Det häfte av Förhandlingarna, som utkommer i samband med halvsekelsjubileet har redaktionen velat även till dess innehåll anknyta till minnesfästen och sökt förverkliga denna tanke genom offentliggörandet av några uppsatser vari mer eller mindre detaljerade redogörelser lämnas för de framsteg, olika grenar av de geologiska vetenskaperna kunna räkna sig till godo under tiden för Föreningens hittillsvarande verksamhet. I samband med Föreningens 25-årsjubileum har visserligen en sådan historisk återblick redan lämnats av A. G. Nathorst. Sedan dess har emellertid Föreningens verksamhetsområde betydligt vidgats, och de synpunkter på utvecklingen, som då anlades, se vi nu under en ofta förändrad synvinkel. Det har därför ej ansetts överflödigt att ånyo kasta en blick tillbaka på vad den äldre generationen av svenska geologer sått och på vad den yngre generationen fått skörda. Ej heller har det i alla fall ansetts nödvändigt, att den återblick, som har ägnats en viss problemställning, direkt ansluter sig till den tidigare historiken och alltså begränsas till de senaste 25 åren; i flera fall ha författarna, som i detta hänseende lämnats full frihet, i sin historiska framställning gripit tillbaka till tiden för Föreningens stiftande.

Någon fullständighet beträffande behandlingen av geologiens olika grenar har ej ernåtts och ej heller ansetts nödvändig. De ämnen, vartill författare välvilligt ställt sig till förfogande för bearbetning ha medtagits, andra ha måst tillsvidare anstå.

Redaktionen har även funnit lämpligt att i detta minneshäfte bereda plats för en nekrolog över Föreningens nyligen avlidna ledamot professor A. G. NATHORST. NATHORSTS vetenskapliga verksamhet sammanfaller nästan exakt med Föreningens första femtio år, och skildringen av hans liv utgör ej blott paleobotanikens historia i vårt land, utan giver också i andra hänseenden en inblick i många av de frågor, som utgöra milstolparna i den svenska geologiens utveckling under det gångna halvseklet.

Stockholm i april 1921.

Redaktionen.

Svensk malmgeologisk forskning.

En återblick på verksamheten under Geologiska Föreningens första halvsekel.

Av

Per Geijer.[1]

Inledning.

Av ålder hava våra malmfyndigheter varit bland de mest uppmärksammade objekten för den geologiska forskningen i vårt land. Deras stora ekonomiska betydelse och deras svårtydda geologiska historia hava samverkat till att på dem koncentrera talrika forskares arbete, alltifrån den första början av systematisk naturforskning och fram till våra dagar. Detta arbete har å ena sidan haft att uppvisa ytterst noggrant genomförda detaljundersökningar, synnerligast vid arbeten i mera direkt ekonomiskt syfte, och å den andra sidan djärva generalisationer, när det gällt att söka sig fram till en allmän bild av de skiftande malmfyndigheternas uppkomsthistoria. Så har malmgeologien haft att uppvisa den ena arbetshypotesen efter den andra: ett uppslag, som representerat resultatet av ett visst områdes utforskande, har prövats i vad mån det kunnat äga en vidare tillämpning, eller också har, i enlighet med aktualismens principer, en åsikt, som framkommit inom utländska arbetsfält med yngre och lättare tydda, men sannolikt med våra likartade malmförekomster, kommit till tillämpning på dessa senare. De flesta större framsteg inom metamorfosläran hava också direkt influerat på vår malmgeologiska forskning.

I det följande skall ett försök göras att sammanfatta den svenska malmgeologiens utveckling under det senaste halvseklet, sådan den framträder i offentliggjorda beskrivningar och teoretiska utredningar.

[1] Avslutat d. 3/2 1921.

Därvid kommer jag först att uppehålla mig vid framstegen i uppfattningen av malmernas bildningssätt, alldenstund dessa giva den fylligaste bilden av forskningens ståndpunkt vid varje bestämd tidpunkt, och vid de iakttagelser, som i främsta rummet medverkat till skapandet av denna uppfattning. Därefter gives en summarisk översikt av några mera anmärkningsvärda sidor i de praktiskt malmgeologiska arbetena under samma tidrymd. Utrymmet tillåter mig ej att beröra den malmgeologiska vetenskapens utveckling utanför vårt lands gränser annat än just i samband med nya idéers överflyttande på svenska problem. Ej heller är det möjligt att i en framställning, som främst avser att återgiva växlingarna i *åskådningar*, i alla detaljer påvisa den ene eller den andre forskarens insatser, eller att återgiva tidsmiljön med avseende på de geologiska vetenskapernas ståndpunkt i allmänhet så fullständigt som önskvärt vore. Tyvärr blir därav följden, särskilt vad äldre arbeten beträffar, att de korta och snäva referaten mera komma att framhäva skillnaden mellan dåtida och nutida uppfattning, än de vakna iakttagelser och det skarpsinniga resonemang, som ligga bakom så många av dessa arbeten, ehuru vetenskapens allmänna ståndpunkt begränsat forskarnas möjligheter.

De mellansvenska malmerna.

För femtio år sedan räknade man hos oss med två olika möjligheter med avseende på en malmfyndighets uppkomst: den kunde vara ett *lager* eller en *gång*. Lager var här naturligtvis liktydigt med sediment, malmen skulle utgöra en ursprunglig inlagring i exempelvis gnejs, leptit eller hälleflinta, vilka bergarter alla uppfattades såsom sedimentära. Väl främst genom A. Erdmanns och A. Sjögrens insatser hade lagerhypotesen vid denna tidpunkt allmänt slagit igenom. Till malmgångarna hänfördes inga andra fyndigheter än sådana, som ännu betecknas med denna term, såsom Värmskogsgångarna, och möjligen Taberg. Man hade ännu icke kommit till insikt om möjligheten av malmbildning genom magmatisk differentiation, ej heller om de metasomatiska omsättningarna. Det blev emellertid senare just i Sverige, som ett av de vackraste exemplen på en magmatisk malmfyndighet påvisades, i det av gammalt kända Smålands Taberg. Däremot blev malmbildningen genom metasomatos först studerad i länder med yngre, ej metamorfoserade malmer, och därifrån (huvudsakligen på 1890-talet) införd i diskussionen om de svenska urbergsmalmerna. Vidare är det att minnas, att

bergartsmetamorfosen vid den ifrågavarande tidpunkten ännu var ett alldeles okänt begrepp.

Då man omkring 1870-talet talade om malmlager, avsåg man alltid *mekaniska*, ej kemiska sediment. Klart uttryckes detta av A. Sjögren i uppsatsen »Om malmlagers fältstupning»,[1] där han säger: »Den som gått öfver ett grufvefält en regndag, då vattnet strömmar utefter malmvägarne, skall i smått få se en bild af det sätt, hvarpå aflagringen antagligen skett i stort. Den tyngre malmmullen aflagrar sig såväl i fördjupningarna, som ock på sådana ställen, der vattnet, af en eller annan orsak, har en mindre hastighet, och de lätta partiklarna blifva bortförda — —.»

I en mycket anmärkningsvärd uppsats »Om sambandet mellan det sätt, hvarpå våra malmer uppträda, och den relativa åldern hos de bergarter, hvaruti malmerna förekomma»[2] har A. Sjögren närmare utvecklat sin uppfattning om våra malmers bildningssätt. Med undantag för »verkliga gångbildningar» såsom Värmskogstypen och möjligen Taberg, betraktas de alla såsom lager. De lagerformiga järnmalmerna indelas av S. i tre typer:

1. *Kvartsiga, fältspatförande malmer.* Exempel Grängesberg, Gällivare, Gräsberg, Håksberg, Norberg (torrstenarna), Striberg, Pershyttan.

2. *Pyroxenförande och hornbländeförande malmer.* Ex. Persberg, Nordmark, Taberg (Värml.), Nyäng, Stenring, Herräng, m. fl.

3. *Manganhaltiga, kalkiga malmer.* Ex. Dannemora, Ramhäll, Hillängsgr., Klackberget, Jakobsberg, Långban, Pajsberg m. fl.

Sjögren påpekar, att denna geologiska indelning sammanfaller med den metallurgiska indelningen av malmerna i torrstenar, kvickstenar och blandstenar. Han anser de tre typerna representera olika åldersgrupper, i den ordning de här nämnts. Uppsatsen innehåller vidare utmärkta karakteristiker av de olika malmtyperna. Bl. a. förtjänar påpekas skildringen av det olika förhållandet mellan malm och lagerart i den första och den andra gruppen.

Under 1870- och 1880-talen följde forskningen i den mellansvenska malmförande formationen den av Sjögren m. fl. utvecklade arbetshypotesen. Tyngdpunkten låg sålunda i stratigrafiska och tektoniska utredningar. Ett av 1870-talets mest intressanta bidrag på detta område utgöres av Gumælius' uppsats »Om malmlagrens åldersföljd och deras användande såsom ledlager»,[3] i vilket redogöres för de stratigrafiskt-tektoniska resultat, som uppnåtts vid rekognoscering

[1] G. F. F. 2: 438.
[2] G. F. F. 2: 2
[3] Öfvers. K. V. A. Förhandl. 32, 1875, s. 105.

av det geologiska kartbladet »Nora». Trots de äldre urbergsgraniternas till synes konkordanta förhållande till leptitformationen stod det klart, att de icke utgjorde något äldre underlag till denna formation. GUMÆLIUS yttrar om dem: »Gneisgranitens bildningstid synes börja, då euriternas slutade.» Anmärkningsvärt är det mycket nära samband, som av GUMÆLIUS antages föreligga mellan de nuvarande ytformerna och de tektoniska störningarna under prekambrisk tid. Att graniterna nu såsom berg höja sig över angränsande leptitområden förklaras väsentligen bero på deras eruptiva uppträngande i denna formation, om även senare denudation också tillskrives en viss roll.

Genom TÖRNEBOHMS »Geologisk Öfversigtskarta öfver Mellersta Sveriges Bergslag» (1880—1882) erhölls redan tidigt en utmärkt överblick över huvuddragen i Bergslagens geologiska byggnad, till ovärderlig hjälp för alla senare detaljundersökningar inom större eller mindre delar av detta område. Tyngdpunkten i detta märkliga arbete ligger i den kartografiska framställningen av berggrundens sammansättning. Malmfyndigheterna behandlas huvudsakligen i sin egenskap av led i den stratigrafiska serien, så att några detaljiakttagelser anföras icke, och proportionsvis största utrymmet i beskrivningarna upptages av stratigrafiskt-tektoniska utredningar. Beträffande malmtypernas åldersföljd anför TÖRNEBOHM, att den av A. SJÖGREN uppställda ordningen visserligen befunnits gälla inom flera områden, men dock icke vara allmängiltig.

De märkligaste malmfältsbeskrivningarna från 1870- och 1880-talen äro TÖRNEBOHMS över Persberg[1] och Dannemora,[2] samt B. SANTESSONS över malmfälten inom norra delen av Örebro län. Det sistnämnda arbetet sträcker sig över ett så pass stort område, att det behandlar representanter för flertalet av Bergslagens viktigare malmtyper. Planen för denna undersökning upptog dels en mera översiktlig undersökning av berggrunden (genom H. SANTESSON, A. BLOMBERG och B. SANTESSON),[3] dels B. SANTESSONS detaljstudier inom gruvfälten.[4] SANTESSON, som fullständigt ansluter sig till lagerhypotesen, sådan den preciserats av A. SJÖGREN, urskiljer inom området sju malmtyper, av vilka fem tillhöra leptiten (hälleflintgnejsen) och två hälleflintan. Leptitens malmtyper äro:

1. Kvartsförande malmer, med underavdelningarna a) Stribergstypen, b) Pershyttetypen, c) Strossatypen, d) Lombergstypen.

---

[1] S. G. U., ser. C, n:o 14.
[2] Stockholm 1878.
[3] S. G. U., ser. Bb, n:o 3.
[4] S. G. U., ser. Bb, n:o 4.

2. Klorit- och fältspatförande malmer: a) Blanka-, b) Åsbobergstypen.
3. Hornblände- och augitförande malmer: Lerbergstypen.
4. Talkförande malmer: Rösbergstypen.

Hälleflintans malmer indelas i:

1. Dolomitförande: Högbornstypen.
2. Manganmalmer: Vikerstypen.

De till leptitens typ 2 hänförda malmerna beskrivas såsom rika, något magnetitblandade blodstenar med måttlig kiselsyre- och hög lerjordshalt. 1 och 2 motsvara SJÖGRENS första typ, magnetitmalmerna av 3 och 4 hans andra, leptitens femte typ samt de båda till hälleflintan hörande typerna SJÖGRENS tredje typ.

Ett märkligt inlägg på den teoretiska malmgeologiens område är HJ. SJÖGRENS jämförelse mellan de svenska skarnmalmerna, närmast Persberg, och de analoga fyndigheterna i Banatet.[1] S. lämnar en detaljerad jämförelse mellan de ifrågavarande gruvfälten, och påpekar de stora överensstämmelserna såväl i malmernas och gångarternas karaktär (magnetit, underordnat sulfider, skarn av granat, pyroxen, amfibol, o. s. v.) som i den geologiska byggnaden (kristallina skiffrar med kalksten i synklinaler samt skarn och malm vid kalkstenens liggandegräns).[2] Den vid de ungerska fyndigheterna uppträdande eruptivbergarten (»banatit») ansågs av SJÖGREN yngre än malmbildningen. Då Persbergsmalmerna uppfattades såsom sedimentära lagerbildningar, fördes S. till den slutsatsen, att även fyndigheterna i Banatet uppkommit på samma sätt. Dessa uppfattades annars vid denna tidpunkt, efter VON COTTAS föredöme, allmänt såsom kontaktbildningar. Enligt VON COTTA skulle skarnet vara en reaktionsprodukt mellan kalkstenen och den intrusiva banatitmagman, varemot malmerna skulle hava bildats senare ur heta, från banatiten härstammande vattenlösningar, genom avsättning i hålrum som antingen redan förefunnits eller också utetsades av dessa lösningar. SJÖGREN uppvisar nu, att skarnet ej kan vara någon reaktionsprodukt av nyssnämnt slag, emedan det annars borde uppträda överallt där banatit och kalksten komma i kontakt med varandra, men ej på andra ställen. Vidare betonar S., att skarn och malm måste vara i huvudsak samtidiga, och att inga strukturer förekomma, som tyda på avsättning i hålrum. Då banatiten genomsätter ej blott kalksten utan även skarn, anser S. att den ej kan ha haft något med malmbildningen att skaffa.

[1] Jahrb. d. K. K. Geol. Reichsanst. in Wien, 1886, s. 607; se även G. F. F. 7:514.
[2] Senare undersökningarna hava dock bekräftat den äldre uppfattning, enligt vilken kalkstenen i Banatet är jurassisk och diskordant vilar på äldre kristallina skiffrar; likheten är således i denna punkt ej så stor som S. antog.

Denna SJÖGRENS framställning ger oss ett mycket belysande exempel på de svårigheter, som mött geologen vid tolkningen av de malmfyndigheter, som numera betecknas såsom metasomatiska, och närmast de kontaktmetasomatiska eller kontaktmetamorfa. Den är också det enda väsentliga bidrag, som någon svensk forskare givit till denna diskussion, som alldeles övervägande förts utanför vårt land. En senare tid har kommit till det resultatet, att malmerna i Banatet bildats ur lösningar alldeles på sådant sätt som VON COTTA redan på 1860-talet tänkt sig saken, dock med den viktiga ändringen att man nu ej längre räknar med avsättning i öppna hålrum, utan vet att kalkstenens ersättande genom malmmineralen skett successivt så att lösning och avsättning gått hand i hand. Beträffande skarnets bildning är åsiktsändringen större: man är överens om att tillskriva skarnet samma bildningssätt som malmen (såsom redan SJÖGREN gjorde, ehuru med annan utgångspunkt). Den av SJÖGREN uppdragna jämförelsen mellan Persberg och Banatet har även senare haft sitt inflytande på svensk malmgeologi, varom mera nedan.

Om också lagerhypotesen visade sig i allmänhet kunna på ett tillfredsställande sätt förklara de mellansvenska malmernas geologiska relationer, så konstaterades likväl av och till drag som antydde, att även andra processer än sedimentation medverkat till att giva malmerna deras nuvarande karaktärer. Sålunda framhåller TÖRNEBOHM i sin beskrivning över Persbergsfältet, att malmsubstansen kanske ursprungligen varit jämnare fördelad i skarnmassan (väl i skiktväxling med skarnmineralen), och först senare samlats till större och renare massor. I samma arbete redogöres även för kontaktförhållandena mellan cordierit-strålstens-skarn och leptit på Getön, där skarnet[1] gångformigt tränger in i leptiten och omsluter brottstycken av densamma. Den nyckel till ett av Bergslagsgeologiens viktigaste problem, som därmed påpekades, blev emellertid så gott som obeaktad.

Innan vi övergå till att skärskåda de många viktiga malmgeologiska arbeten, som publicerades omkring år 1891, är det lämpligt att först behandla ett redan då avslutat kapitel, som kunde kallas Tabergsproblemet. Det märkliga malmberget Taberg i Småland, som redan under 1700-talet omnämnts av åtskilliga författare, underkastades 1876 av A. SJÖGREN en närmare petrografisk undersökning.[2] Ett grundligt mikroskopiskt studium av malmen resulterade i att S. kunde uppställa den som en ny typ, en »magnetit-olivinit», som

[1] Skulle nu kallas cordierit-antofyllit-kvartsit.
[2] G. F. F. 3: 42.

S. mycket riktigt tydde såsom en eruptiv bergart. Likheten med kromjärnets förekomstsätt påpekades. SJÖGRENS uppsats är sannolikt det första exemplet på att en malmfyndighet på verkligt sakliga grunder tolkas såsom magmatisk. Mindre lycklig var S. i sin tydning av malmens relationer till omgivande bergarter, i det han ansåg den intrusiv i den omgivande hyperiten. Fyra år senare kunde emellertid TÖRNEBOHM[1] efter en ingående fältundersökning uppvisa, att malmen är en fas av hyperiten, vilken T. åter ansåg utgöra ett lager i den omgivande gnejsen. TÖRNEBOHM kunde också anföra flera likartade, om också mycket mindre, malmkoncentrationer i grönstenar på andra håll, till vilka IGELSTRÖM[2] lade ytterligare några. Det har senare kunnat bekräftas, att SJÖGREN hade rätt i sin uppfattning av Tabergsmalmen såsom eruptiv, och TÖRNEBOHM rätt med avseende på malmens förhållande till hyperiten, de båda forskarna kunde således dela äran av Tabergsproblemets lösning.

Från år 1891 härröra flera viktiga bidrag till tydningen av de mellansvenska järnmalmerna. Sålunda ägnade J. H. L. VOGT[3] i en beskrivning av malmerna i Dundorlandsdalen och vid Næverhaugen ett kapitel åt »Sedimentationen af de i den cambriske og i den övre del av den archæiske formation hjemmehörende magnetit- og jernglansforekomster, med typen Dannemora-Persberg-Norberg-Grängesberg og Arendal-Kragerö-Næverhaugen-Dunderlandsdal» o. s. v. Som formuleringen visar, ansluter sig VOGT beträffande de nämnda malmerna fullständigt till den gängse lagerhypotesen. Han konstaterar att malmerna ifråga gärna uppträda tillsammans med kalksten, och att de ofta äro närmast äldre än kalkstenen (bl. a. citeras SJÖGRENS ovan anförda arbete om Persberg och Banatet), men att även omväxlande sedimentation av järnmalm och kalksten ägt rum. Några av arbetets viktigare sidor utgöras av eliminerandet av andra tolkningsmöjligheter. Så t. ex. påpekar VOGT, att de ifrågavarande järnmalmerna icke visa sig stå i bestämt förhållande till något eruptiv, under det att ett sådant beroende kan påvisas vid ett flertal norska malmförekomster av andra typer. Vidare framhålles saknaden av fakta, som kunde tyda på metasomatisk malmbildning, exempelvis genom en kalkstens ersättande med järnkarbonat. Anmärkningsvärt är även påpekandet att bergbecket, vars uppträdande i många skandinaviska malmfyndigheter ofta anförts såsom bevis på organismers medverkan vid malmbildningen, i de flesta fall är en sekundär bildning. VOGT synes dock godtaga åtminstone före-

[1] G. F. F. 5: 610.
[2] G. F. F. 6: 319.
[3] Salten og Ranen, Norges geol. unders. 3 (Kristiania 1890).

komsten av grafit i vissa malmer som bevis för organismers närvaro vid malmsubstansens utfällning och anser att därvid metallhalten utfallit i form av järn- resp. mangankarbonat. Detta skulle dock vara undantagsfall; regel anser VOGT vara utfällning som ferrihydrat eller ibland vattenfri järnoxid. Hypotesen om mekanisk anrikning av malmmineralen var sålunda nu efterträdd av *kemisk* sedimentation.

VOGTS arbete föranledde HJ. SJÖGREN att samma år i en uppsats[1] framlägga innehållet i en serie år 1883 hållna föreläsningar i samma ämne. Även SJÖGREN räknar nu endast med kemisk sedimentation. Först behandlas uppkomsten av järnhaltiga lösningar i naturen, och järnets utfällande ur desamma, varvid SJÖGREN hänvisar till SENFTS och STAPFFS forskningar över sjö- och myrmalmsbildningen såsom i hög grad ägnade att belysa även uppkomsten av urbergets järnmalmer. SJÖGRENS arbetshypotes visas kunna förklara åtskilliga drag hos de svenska urbergsmalmerna, exempelvis det ej sällsynta uppträdandet av sulfider i magnetitmalmerna och blodstensmalmernas genomsnittligt högre kiselsyrehalt men lägre svavelhalt. Vidare diskuterar SJÖGREN huruvida malmerna äro marina eller lakustrina avlagringar, och finner det sistnämnda alternativet sannolikast. Beträffande uppträdandet av kolhaltiga substanser i malmerna påpekar S. att grafit visserligen *kan* vara av organiskt ursprung, men också kan bildas på oorganisk väg. Däremot synes S., i motsats till VOGT, fästa mera avseende vid den allmänna förekomsten av bergbeck. Sista kapitlet i SJÖGRENS uppsats behandlar mera summariskt järnmalmernas omvandlingar. Till denna period i malmernas historia förlägger SJÖGREN lagerarternas kristallisation. Både SJÖGREN och VOGT hava utgått ifrån att järnet åtminstone delvis först utfällts i en annan form än det nu föreligger. Vi möta sålunda nu för första gången bergartsmetamorfosen i vår malmgeologiska litteratur.

Även i denna kortfattade framställning är det omöjligt att förbigå TÖRNEBOHMS undersökning av Pitkäranta i Finland,[2] av år 1891. För att förklara denna förekomst av skarnlager med magnetit och senare bildad tennmalm och sulfider antager T. följande geologiska utveckling. På ett underlag av gnejsgranit avlagrades en kalk- och järnhaltig sedimentserie; denna blev sedan utsatt för påverkan av »från djupet kommande gaser och lösningar», som avsatte tennmalmerna, varefter sulfiderna bildades ur lösningar, vilka T. synes tänkt sig ha haft samma ursprung. T. tänker sig möjligheten av

[1] G. F. F. 13: 373.
[2] G. F. F. 13: 313.

ett samband mellan malmbildningen och pegmatiter inom det fyndiga området. Han anser det omöjligt att säkert angiva den större granitmassa, från vilken dessa pegmatiter och de tennmalm- och sulfidavsättande lösningarna kommit. Den Ö. om Pitkäranta anstående rapakivigraniten anser T. möjligen kunna ha medverkat till malmbildningen, ehuru den är petrografiskt skild från pegmatiterna.

Under åren 1891—1892 publicerades också Vogts uppsats »Om dannelsen af de vigtigste i Norge og Sverige representerede grupper af jernmalmforekomster».[1] Denna uppsats behandlar visserligen ej blott sådana malmtyper, som äro gemensamma för Sverige och Norge, utan också ett antal norska, i vårt land ej representerade typer, men även Vogts skildring av dessa senare torde ha haft inflytande på forskningen i Sverige. Den första utförligt behandlade gruppen omfattar järnmalmer bildade genom magmatisk koncentration i måttligt eller starkt basiska eruptiv. Såsom exempel anföras Ekersund-Soggendal i Norge, Taberg samt Iron Mine Hill i Rhode Island. I en utförlig framställning, med exempel hämtade även från andra fall av magmatisk differentation, belysas de titanrika järnmalmernas kemiskt-mineralogiska och geologiska förhållande till de eruptiv, av vilka de utgöra differentiationsprodukter. Bl. a. anföres Taberg såsom exempel på en malm med övergång till moderbergarten, under det att Ekersund-Soggendal representerar en mera djupgående differentiation, med malmen gångformigt genomsättande modereruptivet. Frånvaron av alla pneumatolytiska eller för malmgångar karakteristiska mineral framhålles. Beträffande den magmatiska differentiationens natur ansluter sig Vogt, liksom petrografer i allmänhet vid denna tidpunkt, till diffusionshypotesen. Anmärkningsvärt är, att Vogt i denna uppsats ej vill sammanställa kromjärnfyndigheterna med de magmatiska malmerna, utan ännu betraktar dem såsom sekundärbildningar. Nästa grupp är järnmalmer bildade genom pneumatolytiska processer. Härvid anföras malmfyndigheterna vid Kristianiafältets granitkontakter såsom bildade genom eruptiv »efterverkan» i samband med granitintrusionen. Vogt anför emellertid också exempel på att granitapofyser genomsätta fyndigheterna, vilket visar att malmbildningen där ägt rum före granitens fullständiga stelnande. Enligt Vogt skulle malmerna uppträda i vilka kambriosiluriska bergarter som helst i närheten av graniten. Detta har emellertid tjugu år senare genom Goldschmidts undersökningar visats vara oriktigt, i det att de nästan

[1] G. F. F. **13**: 476, 683; **14**: 211.

undantagslöst ligga i kalksten. VOGT påpekar, att TÖRNEBOHMS beskrivning över Pitkäranta icke synes utesluta möjligheten av att även järnmalmen uppkommit på samma sätt som T. tänkt sig för tennmalmen och sulfiderna. Vidare anföras såsom pneumatolytiska även gångar av järnglans och albit på Langö i Norge, genetiskt bundna till gabbrobergarter.

Från tiden 1891—1905 föreligga endast relativt få bidrag till utredningen av de mellansvenska malmfyndigheternas geologi. Detta tidsskede har dock bl. a. att uppvisa ett så märkligt arbete som TÖRNEBOHMS beskrivning av Falu gruvas geologi.[1] TÖRNEBOHMS undersökningar i Falun kunna betecknas såsom mönster för ett arbete av denna art, genom kombinationen av rekognoscering ovan jord, detaljundersökningar i gruvan och omfattande mikroskopiska studier. Även de teoretiska resultaten av denna undersökning äro mycket anmärkningsvärda. T. fann nämligen, att sulfiderna ingå såsom ursprungliga beståndsdelar i en kvartsit, men denna kunde han ej betrakta som ett oförändrat sediment, utan såsom en (dock såsom sediment uppfattad) gnejs, vilken vid eller kort efter sin bildning silicifierats och impregnerats med sulfider, sannolikt i samband med uppträdandet av termalkällor. Såsom en tänkbar moderbergart till malmerna nämnes dioriten i trakten, under hänvisning till att sulfidmalmer ofta stå i genetiskt samband med grönstenar.

Från samma tidsskede är även att anföra W. PETERSSONS omfattande berggrundskartering i Norbergstrakten.[2]

Järnmalmernas, särskilt de mellansvenskas, uppkomstsätt behandlades 1893 åter av HJ. SJÖGREN.[3] I denna uppsats framträder SJÖGREN med en delvis ej oväsentlig modifikation av sin äldre uppfattning, därtill närmast föranledd av sina erfarenheter under en studieresa till Lake-Superior-området i Nordamerika. Från denna resa medförde S. tydligen ett starkt intryck både av likheterna mellan de prekambriska järnformationerna kring Lake Superior och de mellansvenska, och av de amerikanska geologernas redan vid denna tid imponerande forskningsresultat inom järnmalmsgeologien. Då R. D. IRVING och VAN HISE kunnat påvisa mycket betydande omflyttningar av järnhalten i det ursprungligen relativt fattiga sedimentet, resulterande i bildningen av rikare malmkoncentrationer, delvis genom metasomatiska omsättningar, fördes SJÖGREN till att nu lägga huvudvikten på frågan om malmernas omvandlingar, un-

---

[1] G. F. F. 15: 609.
[2] S. G. U., ser. Bb, n:r 9.
[3] G. F. F. 15: 473.

der det att han i sin tidigare behandling av samma malmgrupp mest diskuterat sedimentationsprocessen.

Utom de tre av A. Sjögren urskilda järnmalmstyperna uppställer Hj. Sjögren nu en fjärde, i det att han ur den första utbryter de apatitrika malmerna såsom en särskild typ, till avgjord fördel för problemets vidare behandling. Till den första typen, »kvartsiga och fältspathaltiga malmer», föras de randiga blodstenarna i mellersta Sverige, Dunderlandstypen i Norge samt Lake-Superior-områdets järnmalmer. Denna typ angives vara bildad genom omvandling av fattigare järnkarbonat eller pyritlager, in situ, genom inverkan av nedsipprande dagvatten.

Till de apatitförande malmerna räknar Sjögren Grängesberg och Lapplandsfälten, ävensom en grupp fyndigheter i Missouri (Iron Mountain, Pilot Knob m. fl.). Bildningssättet angives vara metasomatisk omvandling av silikatbergarter genom järnhaltiga lösningar.

De pyroxen-, amfibol- och granatförande malmerna representeras bl. a. av Persberg, Dalkarlsberg, Herräng, Arendal i Norge, Tilly Foster i New York, Elba och Banatet. Dessa malmer antagas vara resultatet av metasomatisk omvandling av kalksten, varvid lösningarna gärna följt kontaktplan.

Till den fjärde typen, de kalk- och manganhaltiga malmerna, föras Dannemora, Klackberget, Långban, m. fl. Dessa anses bildade genom omvandling av kalksten, dolomit eller fattigare järnkarbonat.

I en utförligare jämförelse mellan de svenska och de amerikanska representanterna för den första typen framhåller Sjögren, att de svenska *malmerna* äro närmast att jämställa med det kvartsrandiga järnkarbonatsediment, av vilket de amerikanska malmerna uppkomma genom metasomatiska processer, som leda till en höjning av järnhalten. Sjögren citerar emellertid också från svenska malmfyndigheter uppgifter om rikmalmskoncentrationer, som kunna förmodas vara bildade på samma sätt som de amerikanska malmerna.

Mot Sjögren vände sig Vogt,[1] som ansåg det uteslutet att tänka sig något väsentligt olika bildningssätt för de anförda malmtyperna, och i stället betonade många drag som tyda på att även t. ex. Dannemora bildats på samma sätt som Dunderland.

Senare[2] lade Sjögren vida starkare vikt vid malmernas sekundära omvandlingar, och ställde uppkomsten av brytvärda malmkoncentrationer i samband med från dagytan nedträngande lösningar,

[1] G. F. F. 16: 275.
[2] Se uppsatser i Verml. Bergsmannaför. Annaler, 1898, 1899, 1903 och 1904.

som opererat inom berggrundens allra översta nivåer. För denna uppfattning fann SJÖGREN stöd i de amerikanska geologernas nyare resultat såväl från Lake-Superior-området som från studiet av sulfidmalmernas sekundära omvandlingar. H. V. TIBERG[1] kunde från en långvarig verksamhet i Filipstads Bergslag framlägga märkliga observationer, som i många fall klart ådagalade att malmmineralen voro yngre än sin sidosten, med andra ord epigenetiska. Liksom SJÖGREN ville TIBERG tolka dessa företeelser såsom resultatet av processer på helt obetydligt djup under jordytan. Malmernas uppträdande ställdes i samband med ännu förefintliga vattenvägar i berggrunden.

På Geologiska Föreningens majmöte 1906 upptogs malmbildningsproblemet till diskussion, med inledningsföredrag av HJ. SJÖGREN.[2] SJÖGREN betonar här beträffande de mellansvenska malmerna att deras bildningshistoria »egentligen ligger i historien om de omvandlingar, de undergått». S. urskiljer nu fyra olika, naturligtvis till en del icke skarpt skilda faser i malmernas historia, nämligen den ursprungliga bildningen av det järnhaltiga utgångsmaterialet för malmbildningen, detta materials omvandling, först i ytzonen, sedan i djupzonen, och till sist åter i ytzonen, sedan malmerna blottats genom erosion. Genomgående för framställningen är tilllämpandet av de synpunkter på bergartsmetamorfosen, som framförts av VAN HISE m. fl. Också betonas veckningens roll vid utbildandet av malmernas form. Till väsentlig del anses dock malmkropparnas skapnad vara bestämd av de metasomatiska omflyttningar, vilka SJÖGREN tilldelar en mycket viktig roll i malmernas geologiska historia. I den följande diskussionen uppträdde TÖRNEBOHM till lagerhypotesens försvar, och omnämnde en nyupptäckt malm vid Dannemora, som ej sträcker sig upp till den nuvarande jordytan, och sålunda ej kunnat tillkomma uppifrån på så sätt som SJÖGREN anfört. HOLMQUIST erinrade bl. a. om möjligheten av malmbildning genom kontaktmetamorfos inom urberget. H. citerar VOGTS undersökningar från Kristianiafältet samt TRÜSTEDTS från Pitkäranta,[3] vilka sistnämnda lett till att såväl järn- som tennmalmen och sulfiderna härröra från den i malmfältets närhet anstående rapakivigraniten. HOLMQUIST anser dock att den vid kontaktfyndigheter i allmänhet framträdande ojämnheten i malmernas fördelning längs kontakterna häntyder på att ej själva metallhalten härrör från

[1] Se flera uppsatser i Verml. Bergsmannaför. Annaler, särsk. 1903, s. 3.
[2] G. F. F. 28: 314.
[3] Förh. vid Nord. Naturforskare- och Läkaremötet i Helsingfors 1902.

magman, utan att den genom magmatiska gaser extraherats ur de äldre bergarterna.

Om Grängesberg uttalar sig SJÖGREN i ett senare tillägg, därvid han jämställer detta fält med Gällivare och framhåller att Gällivare allmänt betraktas såsom ett starkare metamorfoserat Kiruna.

Diskussionen år 1906 betecknar otvivelaktigt slutpunkten i ett väl markerat skede i forskningen över de mellansvenska malmerna. Den följdes inom kort av H. E. JOHANSSONS märkliga uppsats om de mellansvenska järnmalmernas bildningssätt,[1] vilken genom fullständigt nya synpunkter kom att kraftigt bidraga till att sätta ny fart på intresset för dessa problem, alldeles oberoende av i vad mån J:s åsikter vunno anhängare. JOHANSSON, som med avseende på fältarbeten kunde stödja sig på detaljundersökningar vid Grängesberg[2] och omfattande översiktsresor i Bergslagen i övrigt, upptog malmbildningsproblemet till skärskådande främst från kemiska och fysikaliskt-kemiska synpunkter. Han konstaterar först, att alla fyndigheter inom den ifrågavarande malmbildningsprovinsen måste vara bildade på väsentligen lika sätt (enligt en enhetlig »malmbildningsprincip»). Vidare uppvisas, att malmerna och deras gångarter med avseende på bildningstemperaturen höra hemma inom det magmatiska temperaturområdet. Inför frågan, huruvida malmerna ursprungligen bildats inom detta temperaturområde, eller uppkommit i ytzonen och först senare upphettats, ansluter sig J. bestämt till det förra alternativet. Vad de malmförande bergarternas kemiska karaktär beträffar, uppvisar J. den allmänna förekomsten av extrema typer, såsom albitrika bergarter med hög SiO_2-halt, utan exakta motsvarigheter annorstädes Samtidigt påpekas, att differentiationen i å ena sidan relativt sura bergarter (leptiter), å den andra femiska (amfiboliter), m. fl. kemiska drag närmare motsvara grupperingen inom djupbergarts- än inom ytbergartskomplexer. JOHANSSON uppvisar också, att ett mycket påfallande samband äger rum mellan vissa malmtyper och vissa bestämda kemiska bergartstyper, såsom skarnmalm med natronleptit, kvartsig malm med kalileptit, sulfider med sura bergarter med cordierit, antofyllit, almandingranat, o. s. v. De leptitiska bergarternas struktur anser J. vara framkallad av mekaniska påverkningar under den magmatiska kristallisationen, vilka även skulle bidragit till differentiationen. I korthet: leptiter, gnejser, kalksten, skarn och alla slags malmer äro produkter av differentiation i en djupbergartsmagma, som under sin stelning varit

[1] G. F. F. 28: 516, 29: 143, 258.

[2] En del av J:s synpunkter finnas framlagda i ett tidigare föredrag om Grängesberg (G. F. F. 26: 362).

utsatt för inverkan av tryck. I senare publicerade gruvfältsbeskrivningar, särskilt över Grängesberg och Flogberget, har J. tillämpat hypotesen vid tolkningen av mera i detalj undersökta områden.

Det var ju att vänta, att denna hypotes skulle väcka mycken opposition. Att kritiken inom de närmaste åren icke framträdde ännu starkare än fallet blev, hade nog till ej oväsentlig del sin förklaring däruti, att endast ett fåtal — och till allra största delen gamla — detaljundersökningar förelågo, som kunde lämna det faktiska underlaget till en sådan kritik. I själva verket satt JOHANSSON inne med det mest omfattande observationsmaterialet. Emellertid bemöttes J. genast av HOLMQUIST,[1] som betonade det orimliga i att J. fullkomligt negligerade allt det iakttagelsematerial, som ligger till grund för uppfattningen av leptitformationen såsom suprakrustal. HJ. SJÖGREN,[2] som ger ett livligt erkännande åt de nya synpunkter JOHANSSON anlagt på malmbildningsproblemet, kritiserar dock J:s framställning i åtskilliga punkter, bl. a även i det fysikaliskt-kemiska resonemang, med vilket J. vill bevisa, att malmerna äro syngenetiska med omgivande bergarter. SJÖGRENS hypotes var i stället malmbildning genom »vattensmältor», d. v. s. koncentrerade lösningar av pegmatitartad natur, vilka å ena sidan kunnat övergå i vanliga vattenlösningar, å den andra i magmatiska utskiljningar; den leptitiska strukturen anses av S. vara en av dessa vattensmältor framkallad omkristallisationsstruktur.

Senare[3] har SJÖGREN dock anslutit sig till JOHANSSONS uppfattning av leptitformationen såsom infrakrustal. I denna för malmbildningsproblemet så viktiga fråga har dock från åtskilliga forskares sida — från alla andra, som yttrat sig i denna sak — gjorts gällande, att den gamla tolkningen av denna formation såsom suprakrustal är den riktiga, och många nya bevis härför hava anförts. Sålunda kunna nämnas HOLMQUISTS detaljundersökningar på Utö,[4] där en kvartsrandmalm ligger inlagrad i en serie av kalkstenar, hälleflintor och kolhaltig skiffer; SUNDIUS'[5] arbeten i Grythyttefältet, som sprida nytt ljus över detta föga metamorfoserade och därför mycket upplysande ytbergartsområde; påvisandet av klastiska strukturer i leptiten vid Ramhäll (LINDROTH),[6] av typiska ytstrukturer i

---

[1] G. F. F. 29: 305.
[2] G. F. F. 30: 115.
[3] G. F. F. 35: 341.
[4] G. F. F. 32: 789, och guide 15, 11. int. geologkongressen, Stockholm 1910.
[5] G. F. F. 38: 267.
[6] S. G. U., ser. C, n:o 266.

amfiboliter vid Falun (GEIJER)[1] och av grovklastiska bildningar i leptit vid Garpenberg (GEIJER,[1] LINDROTH[2]). Vad själva malmerna beträffar, så är först och främst att framhålla, att de av JOHANSSON påvisade relationerna mellan olika malmtyper och bergarter av viss kemisk karaktär genom nya arbeten endast bekräftats, på få och skäligen betydelselösa undantag när. JOHANSSONS *slutsatser* beträffande malmernas bildningssätt hava däremot mött samma opposition som tolkningen av leptitformationen.

I det följande är det lämpligt att behandla varje malmtyp för sig.

Kvartsrandmalmernas sedimentära genesis kunde med skäl dragas i tvivelsmål, sedan från Norge inberättats om malmer av denna typ, men uppträdande uti granit. VOGT, som beskrev dylika förekomster på Lofoten[3] och i Sydvaranger,[4] uppfattade dem såsom magmatiska utsöndringar, genetiskt motsvarande gabbrobergarternas titanhaltiga järnmalmer. HJ. SJÖGREN[5] däremot fann att malmerna på Lofoten och angränsande öar — utom kvartsrandmalm även skarnmalm — närmast omgivas av leptit (granulit), som på något avstånd från malmen övergår i granit. Han fann därför här tilllämpning för den hypotes, som han just framfört för de mellansvenska malmerna, nämligen epigenetisk malmbildning genom vattensmältor. Malmerna i Sydvaranger studerades av GEIJER,[6] som fann att deras sidosten kan betecknas såsom grova leptiter, delvis av en sammansättning, som ej motsvarar någon eruptivbergarts. G. tolkar malmerna såsom metamorfoserade kemiska sediment. I en jämförelse med Lake-Superior-området har G. senare,[7] utom det han betonar överensstämmelserna mellan de kvartsrandiga malmerna där och i Bergslagen, särskilt påpekat, att inom förstnämnda område finnas säkert sedimentära malmer, som till hela sin karaktär äro identiska med Sydvarangerfyndigheterna. HOLMQUISTS redan anförda undersökningar på Utö äro ju av speciellt värde för frågan om kvartsrandmalmerna. Slutligen äro att anföra LINDROTHS beskrivningar av kvartsrandmalmerna vid Ramhäll[8] och av jaspilitartade malmer av denna typ såsom inlagringar i karbonatbergarter i Salatrakten.[9]

Vad åter *skarnmalmerna* beträffar, har hypotesen om ett »kontaktmetamorfiskt» eller rättare pneumatolytiskt-metasomatiskt ur-

[1] S. G. U., ser. C, n:o 275.
[2] G. F. F. **42**: 57.
[3] Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1907, s. 86.
[4] Norges jernmalmsforekomster. Norges geol. unders. n:o 51 (Kristiania 1910).
[5] G. F. F. **30**: 352.
[6] G. F. F. **33**: 312.
[7] G. F. F. **35**: 439.
[8] S. G. U., ser. C, n:o 266.
[9] Tekn. Tidskr., 1918, avd. Kemi och Berg., s. 65.



sprung allt mera vunnit anhängare. Under det nu avsedda tidsskedet — tiden efter 1906 — har därtill bl. a. bidragit BERGEATS framställning i handboken »Die Erzlagerstätten»,[1] TRÜSTEDTS utförliga monografi över Pitkäranta[2] samt GOLDSCHMIDTS undersökningar över kontaktmetamorfosen inom Kristianiafältet.[3] Var och en, som är någorlunda förtrogen med skarnmalmernas geologi, finner ju i dessa arbeten så ofantligt många jämförelsepunkter. Under det att förut huvudsakligen analogierna i mineralogisk sammansättning tilldragit sig uppmärksamheten, framhöllos nu av HOLMQUIST även likheterna i strukturellt hänseende.[4] Nästa steg till lösningen av skarnmalmernas problem efter denna arbetshypotes måste bliva påvisandet av den intrusiva moderbergart, från vilken de malmbildande lösningarna skulle emanerat.[5] Detta kan betecknas som en av de för närvarande mest aktuella arbetsuppgifterna för malmgeologien i Mellansverige, åtminstone bland problem av övervägande teoretiskt intresse. Frågan sammanhänger emellertid mycket nära med frågan om förhållandet mellan skarnjärnmalmerna och sulfidmalmerna, och skall därför refereras längre fram.

Kalkmalmerna hava ofta sammanslagits med skarnmalmerna, men åtskilliga tecken tyda på att endast en del av dem stå skarnmalmerna tillräckligt nära för att rättfärdiga denna gruppering. Bl. a. har LINDROTH vid Ramhäll[6] påvisat kalkmalm av sedimentärt ursprung. Att sedimentära typer kunna ingå även bland skarnmalmerna har också framkastats (GEIJER).[7]

Om *apatitmalmerna* i Mellansverige ger JOHANSSONS redan omnämnda monografi över Grängesbergsfälten de första mera ingående upplysningarna. Såsom redan anförts, bildar detta område en viktig utgångspunkt i J:s behandling av malmbildningsproblemet. Inga andra forskare hava sedan 1906 behandlat just denna grupp, men det är uppenbart, att den numera i stort sett allmänt antagna tydningen av de lappländska apatitmalmerna såsom något slag av eruptiva differentiationsprodukter icke kunnat undgå att påverka uppfattningen av de analogt sammansatta malmerna i Bergslagen.

Sulfidmalmerna i Bergslagen, som förut ägnats jämförelsevis ringa intresse, hava på den senaste tiden tilldragit sig mera uppmärksamhet och synas även lämna viktiga anvisningar för tolkningen

---

[1] A. W. STELZNER och A. BERGEAT, Die Erzlagerstätten (Leipzig 1904—1906).
[2] Bull. Comm. géol. Finl. n:o 19.
[3] Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet (Kristiania 1912).
[4] G. F. F. 35: 233.
[5] Det är ju numera allmänt erkänt, att de »kontaktmetamorfa» fyndigheternas metallhalt härstammar från själva intrusivmagman.
[6] S. G. U., ser. C, n:o 266.
[7] G. F. F. 35: 483.

av järnmalmerna. De senaste årens undersökningar hava fullständigt bekräftat det först av JOHANSSON framhållna faktum, att sulfidmalmerna — utom de med karbonatbergarter och skarn förbundna — uppträda i ett intimt samband med kvartsiga bergarter med Mg-, Fe- och Al-silikat. En förklaring av sulfidmalmernas uppkomst förutsätter därför en tolkning även av dessa »kvartsitiska» bergarter.

Redan TÖRNEBOHM hade ju tänkt sig att vissa bergartsomvandlingar ägt rum i samband med bildningen av kismalmerna vid Falun. Senare uttalade sig HÖGBOM[1] och HJ. SJÖGREN[2] för ett metasomatiskt bildningssätt, under det att flera utländska läroboksförfattare[3] ville tyda dessa malmer såsom i smält tillstånd injicierade i sidostenen. Genom P. ESKOLAS monografi över Orijärviområdet,[4] som även ådagalade den nästan fullständiga överensstämmelsen i geologisk byggnad mellan delar av sydvästra Finland och av Bergslagen, bekräftades den metasomatiska hypotesen, och erhöll sulfidmalmproblemet en grundlig och mångsidig belysning. ESKOLA fann, att leptitiska bergarter omvandlats till sulfidförande cordierit-antofyllit-kvartsit, karbonatbergarter till likaledes sulfidförande skarn, o. s. v., och att omvandlingen förorsakats av en oligoklasrik gnejsgranit, vars gränsfacies indragits i omvandlingen.

Vid en undersökning av Falutrakten kom GEIJER[5] till samma resultat som ESKOLA vid Orijärvi. Bl. a. uppvisades att en stor del av kisstockarna i Falu gruva uppkommit genom metasomatisk förträngning av kalksten. Visserligen var det här ej såsom vid Orijärvi möjligt att bestämt utpeka det granitmassiv, varifrån omvandlingen utgått, men ett samband kunde dock uppvisas mellan malmbildningen och »blandade» eruptivgångar. Som dessa gångar säkert äro differentiationsprodukter av en granitmagma, och deras granitiska komponent står nära en i trakten mycket utbredd oligoklasgnejsgranit, anser GEIJER denna gnejsgranit hava varit upphovet till malmbildningen. En i anslutning till denna undersökning företagen översikt av ett större antal sulfidmalmer i Bergslagen gav följande resultat. Sulfiderna uppträda dels i karbonatbergarter, då mestadels åtföljda av skarnsilikat, flusspat m. m., dels i leptitbergarter och då närmast åtföljda av nyssnämnda kvartsitiska bergarter. Särskilt i det förstnämnda fallet är det metasomatiska uppträdandet mycket tydligt. De båda malmtyperna förekomma ofta i intimt

---

[1] Pre-Cambrian Geology of Sweden (Bull. Geol. Inst. Upsala, 1910).
[2] Guide n:o 31 vid 11. internat. geologkongressen, Stockholm 1910.
[3] BERGEAT, BEYSCHLAG-KRUSCH-VOGT, m. fl.
[4] Bull. Comm. géol. Finl., n:o 40.
[5] S. G. U., ser. C., n:o 275.

samband med varandra. Den förra typen överensstämmer fullständigt med de klassiska exemplen på kontaktmetasomatiska fyndigheter, men den senare saknar nästan fullständigt motsvarigheter utanför det fennoskandiska urberget. G. vill förklara detta så, att malmbildningen här skett på större djup, som skulle vara ett villkor för leptitens omvandling till de kvartsiga malmförande bergarterna, under det att den kontaktmetasomatiska omvandlingen av karbonatbergarter försiggått på samma sätt som i mera ytliga zoner. Redan denna omständighet anses av G. utesluta, att malmbildningen skett under leptitformationens bildningstid, i stället anföras de äldre urbergsgraniterna såsom dess källa. Den nära till hands liggande invändningen, att malmerna ofta ligga på långt avstånd från dylika graniter, bemötes med hänvisning dels till Falun, dels till Nautanenområdet i Lappland, där ett dylikt samband mellan granit och pneumatolytisk-metasomatisk malmbildning är uppenbart, ehuru avståndet mellan moderbergarten och malmerna mätes i flera kilometer.

Även flera av de relativt få sulfidförekomster i det mellan- och sydsvenska urberget, som icke kunna hänföras till de nyss avhandlade typerna, hava varit föremål för undersökningar. Sålunda har Åmmeberg studerats av JOHANSSON,[1] som påvisat flera mycket märkliga drag i detta områdes berggrund. Bl. a. förekommer där en vida utbredd men låg sulfidhalt i leptitiska bergarter. JOHANSSON anser Åmmebergs lagerformigt uppträdande zinkmalmer vara så intimt förbundna med sidostenen, att de måste vara syngenetiska bildningar — sedimentära eller magmatiska, allt efter huru man uppfattar leptitformationen. Själv lutar J. närmast åt det senare alternativet. Kopparmalmerna vid Åtvidaberg tolkas av GEIJER[2] såsom högtemperatur-metasomatiska bildningar på svaghetszoner i gnejsgranit, och antagas stå i genetiskt samband med denna bergart.

Den ovan anförda tolkningen av flertalet av de mellansvenska sulfidmalmerna såsom genetiskt samhöriga med urgraniterna har intresse även för frågan om skarnjärnmalmernas härkomst, vilken kort berörts i det föregående. Skarnmalmerna äro ju ofta sulfidhaltiga, och det ligger då nära till hands att tänka sig, att även magnetitmalmerna bildats ej blott på samma sätt som sulfidmalmerna, utan också under samma malmbildningsperiod. Nu är det dock så, att där magnetit och sulfider träffas tillsammans, äro sulfiderna nästan undantagslöst de yngre. Detta gäller emellertid i lika grad alla yngre kontaktfyndigheter, vid vilka det kan ledas i bevis att de

[1] G. F. F. 32: 1051.
[2] S. G. U., ser. C, n:o 275.

olika malmmineralen bildats ur samma eruptiva emanationer. Åldersskillnaden kan sålunda även i de anförda svenska fyndigheterna vara helt obetydlig. Å andra sidan skulle det krävas ovanligt lyckliga omständigheter för att möjliggöra *bevisandet* av en större åldersskillnad, därest en sådan förelegat. Antagandet av ett samband mellan skarnjärnmalms- och sulfidmalmsbildningen finner ett stöd även i de stora likheterna i gångarternas karaktär, vad de i karbonatbergarter uppträdande sulfidmalmerna beträffar.

Därest källan till den metallhalt, som tillförts vid skarnmalmbildningen, ej vore att söka bland de äldre urbergsgraniterna, så måste den finnas bland leptitformationens bergarter. Det skulle då vara fråga om några på måttligt djup intruderade faser av samma magmor som lämnat materialet till den övriga, suprakrustala delen av leptitformationen. Hittills hava dock endast få dylika bergarter påvisats och ännu ingenstädes i närheten till skarnmalmer. Då det här skulle gälla bildningar fullt analoga med exempelvis Banatets kontaktmalmer, måste man emellertid räkna med att malmdepositionerna måste ligga på blott ett ringa avstånd från intrusivkontakterna.

Om åtskilliga omständigheter anförts för ett samband mellan de äldre urbergsgraniterna och skarnmalmsbildningen, så finnas å andra sidan åtskilliga fakta, som förefalla svårförenliga med en dylik tolkning. Hj. Sjögren, som 1910 var benägen att ställa malmbildningen vid Persberg i samband med Filipstadsgraniten,[1] således en *yngre* urbergsgranit, har senare i en tillsammans med Johansson och Naima Sahlbom publicerad uppsats[2] uttalat sig för dessa malmers genetiska samhörighet med leptitformationen. Horrsjöns gnejsgranit, som inom Filipstads bergslag representerar den granitgrupp (Törnebohms urgraniter), vilken Geijer[3] anser vara upphovet till sulfidmalmbildningen i Bergslagen, har däremot aldrig anförts såsom den malmbildande faktorn i Filipstadstrakten, ehuru dess läge och andra omständigheter borde rikta uppmärksamheten på densamma i detta avseende.

Bland de fakta, som häntyda på ett genetiskt samband mellan leptiterna och skarnmalmerna, är väl intet mera vägande än dessa malmers påfallande association med en viss leptittyp, de egendomliga natronleptiterna, vilket drag först framhölls av Johansson. Denna association är så märklig, att den nog i mångas ögon lägger bevisningsskyldigheten på deras sida, som skulle vilja räkna med

[1] G. F. F. 32: 1327.
[2] G. F. F. 36: 441.
[3] S. G. U., ser. C, n:o 275.

urgraniterna såsom malmbringare.[1] Emellertid hava de ovan refererade undersökningarna vid Orijärvi och Falun ådagalagt, att ett lika utpräglat sammanhang kan ha en helt annan förklaring än den JOHANSSON anfört. Överförda på skarnmalmproblemet skulle dessa erfarenheter från sulfidmalmerna betyda, att natronleptiternas sammansättning beror på omfattande kemiska förändringar i samband med malmbildningen. Det rör sig dock här om processer i sannolikt vida större skala än de kemiska omflyttningar, som åtföljt sulfidmalmbildningen. Möjligheten har emellertid framhållits av LINDROTH,[2] dock ej i samband med något bestämt uttalande för granithypotesen. L. hänvisar till den av SUNDIUS[3] undersökta albitiseringen inom Kirunaområdet, såsom en även till måttstocken jämförlig process. Emellertid framhåller L. också det rimliga i att skarnmalmer kunnat bildas såväl under leptitformationens bildningstid, som senare under dess metamorfos.

Mindre värde för bevisföringen torde väl få tilläggas de stundom konstaterade fallen av att granit genomsätter skarnmalm, vilka exempelvis påvisats i LINDROTHS arbete över Ramhäll.[4] Dylika intrusionsföreteelser finnas nämligen, såsom i det föregående refererats, i två så klassiska områden för kontaktmetamorfos som Banatet och Kristianiafältet, och vore ännu mindre förvånande vid urbergets större och sannolikt långsammare stelnande granitmassor. Man har dock likväl ingen rätt att för den skull lämna de anförda iakttagelserna obeaktade.

På detta område — frågan om skarnmalmernas härkomst — torde den teoretiska malmgeologien, såsom redan anförts, hava en av sina mest intressanta arbetsuppgifter för närvarande. Ur praktisk synpunkt däremot är saken jämförelsevis oviktig.

De lappländska järnmalmerna.

Ehuru åtskillig växelverkan ägt rum mellan forskningen över de mellansvenska och de lappländska järnmalmerna, bilda dock de sistnämnda ett rätt väl avgränsat forskningsområde, som här lämpligen bör behandlas ensamt för sig.

Det var först omkring år 1890 som de lappländska järnmalmerna började tilldraga sig geologernas uppmärksamhet i någon högre grad, i samband med de mera ingående undersökningar av deras geologi, som föranleddes av eftersökandet av apatit. Utsträckandet av lager-

[1] Denna ståndpunkt intager t. ex. IVAR HÖGBOM vid diskussionen av Nybergsfältet (G. F. F. 42: 105.)
[2] S. G. U., Ser. C, n:o 266.
[3] Beiträge zur Geologie d. südl. Teils des Kirunagebietes (Uppsala 1915).
[4] S. G. U., ser. C, n:o 266.

hypotesen till att omfatta även dessa malmer befanns nu ej längre möjligt. Lundbohm, som utförde en mycket detaljerad undersökning av Gällivare Malmberg,[1] ansåg visserligen denna ännu otillräcklig för ett bestämt positionstagande i malmbildningsfrågan, och hänvisar till att säkrare resultat torde kunna vinnas i Kirunatrakten, men han har att inberätta åtskilliga iakttagelser som äro oförenliga med lagerhypotesen, såsom Desideria apatitens uppenbart gångformiga uppträdande. Under inflytande av metamorfosläran, som nu gjort sitt intåg och i åtskilliga avseenden givit urbergsgeologien en annan prägel, drog Lundbohm i tvivel att den malmförande berg artens skiffrighet kunde bevisa dess sedimentära ursprung. Han påpekar också bl. a. att den mycket starkt framträdande lineära skiffrigheten ju måste vara ett sekundärt tryckfenomen. Från något andra synpunkter diskuteras samma malmer av H. von Post[2] och Löfstrand.[3] von Post påpekar bl. a. att malmerna vid Gällivare skilja sig från de mellansvenska genom förekomsten av apatit, titanit, korund, desmin, flusspat. Han tänker sig något slags genetiskt samband med Dundrets väldiga gabbromassiv, och framhåller att detta (i jämn fördelning) innehåller så mycket järnmalm, att proportionerna ej motsäga ett dylikt antagande.

Mot dessa inlägg vände sig A. Sjögren[4] med mycken skärpa, och framhöll avsaknaden av bevis för malmernas gångnatur, särskilt nämnde han det faktum att de icke övertvära sidostenens skiffrighet, samt fältstupningen. En gångformig malm kan enligt Sjögren hava uppträngt i smältflytande tillstånd eller avsatts ur vattenlösningar eller ur gasexhalationer från jordens inre. Det första alternativet förkastas här av S. såsom stridande mot »de enklaste kemiska begrepp», ett oväntat och svårbegripligt yttrande från samma forskare, som förut genom sin Tabergsundersökning lämnat ett så viktigt och bestående bidrag till kännedomen om de magmatiska malmerna. Det andra alternativet avvisas likaledes, men av skäl som ännu i dag skulle godtagas, såsom frånvaron av malmgångarnas vanliga mineral. Malmernas homogenitet och frånvaron av pneumatolytiska mineral anses utesluta en malmbildning genom gasexhalationer. Slutligen framhåller Sjögren, att Gällivaremalmerna icke kunna betraktas såsom genetiskt skilda från de mellansvenska. Sannolikt var detta för S. det tyngst vägande skälet, då ett uppgivande av lagerhypotesen för Gällivare enligt hans mening skulle föra med sig orimliga konsekvenser för tolkningen av de mellansvenska malmerna.

[1] S. G. U., ser. C, n:o 111.
[2] G. F. F. 12: 491.
[3] G. F. F. 12: 145.
[4] G. F. F. 13: 18

Det beredde icke lagerhypotesens motståndare några större svårigheter att bevisa det ohållbara i SJÖGRENS position, vad Gällivaremalmerna beträffar. Sålunda vände sig VON POST[1] mot uppfattningen att fältstupning icke skulle förekomma på gångar, och både han och LÖFSTRAND[2] framhålla att en del av SJÖGRENS krav på bevis för gånghypotesen äro orimliga, en del andra åter uppfyllda, exempelvis förekomsten av vissa »eruptiva» mineral. Självfallet är också, att båda dessa författare erinra om Taberg. LÖFSTRAND understryker dock mycket kraftigt att han ej vill utsträcka sin uppfattning av de lappländska malmerna till att gälla även de mellansvenska.

Ett viktigt inlägg gjorde TÖRNEBOHM,[3] som omtalade att Kiirunavaaramalmens sidosten, förut ansedd såsom sedimentär hälleflinta, är en porfyr. T. påpekar emellertid samtidigt, att det är mycket möjligt att malmen bildats såsom lager under tiden mellan de olika porfyrbäddarnas utgjutande, och sannolikt därigenom att den äldre porfyrens malmhalt anrikats genom mekaniska eller kemiska processer. Häremot vände sig LÖFSTRAND.[4] med påpekande av frånvaron av varje annat slag av sediment från denna mellantid, och osannolikheten av att en så mäktig malmmassa kunnat bildas genom mekanisk anrikning av magnetitsand. Vore malmen åter bildad genom *kemiska* processer i samband med porfyreruptionerna, så borde den enligt L. betecknas som eruptiv. LÖFSTRAND, som ville tolka de lappländska malmerna såsom något slags eruptiva bildningar, anser dem i genetiskt hänseende mera jämförliga med vissa utländska fyndigheter, såsom Gora Blagodat i Ural och Iron Mountain i Missouri, vilka bådadera uppträda i porfyrer, än med »mellersta Sveriges lagrade järnmalmer».

Såsom redan har anförts vid skildringen av de mellansvenska malmerna, upptog HJ. SJÖGREN 1893 Lapplandsfälten tillsammans med Grängesberg och Iron Mountain m. fl. såsom en särskild grupp metasomatiska malmer.

De första utförligare uppgifterna om Kiirunavaaras och Luossavaaras geologi lämnades 1898 av LUNDBOHM och BÄCKSTRÖM i föredrag inför Geologiska Föreningen.[5] Bland de mera anmärkningsvärda fakta, som därvid framhöllos, var att den äldre, under malmerna liggande porfyren har att uppvisa egendomliga hålrums- och sprickutfyllnader av apatit, hornblände, titanit, magnetit, vilka mineral även delvis uppträda som omvandlingsprodukter av porfyrens

[1] G. F. F. **13**: 286.
[2] G. F. F. **13**: 335.
[3] G. F. F. **11**: 245.
[4] G. F. F. **13**: 335.
[5] G. F. F. **20**: 68.

primära mineral. Dessa företeelser tolkas såsom en fas av den vulkaniska verksamheten, till tiden liggande emellan eruptionerna av liggandets och hängandets porfyrer. Vid samma tillfälle redogjorde Högbom[1] för sina intryck från besök vid de med syenitbergarter förbundna järnmalmerna i Ural, vilka, såsom han beskrev, geologiskt uppvisa mycket stora analogier med de lappländska. Högbom anför åtskilliga skäl för att betrakta de uralska malmerna såsom magmatiska utsöndringar in situ. Bl. a. anföras från Blagodatmalmen spinell och en augit av för eruptivbergarter karakteristisk typ. Den differentiationsprocess, som lett till malmkoncentrationerna, ansåg H. därför hava varit av väsentligen samma natur som vid de titanrikare järnmalmernas bildning. Högboms framställning representerar det första försöket till en mera genomtänkt arbetshypotes för Lapplandsmalmernas tolkning såsom magmatiska bildningar.

Bland de malmgeologiska resultaten av Sveriges geologiska undersöknings arbeten inom Jukkasjärvi malmtrakt 1899[2] torde W. Peterssons skildring av Mertainen varit ett av de ur teoretisk synpunkt märkligaste. Här hade man ett exempel på en betydande malmfyndighet, som huvudsakligen bestod av sprickfyllnader i en porfyr, vilken därjämte ofta förde malmmandlar. Efter undersökning av bl. a. Mertainen kunde Bäckström[3] precisera sin uppfattning av de lappländska malmerna sålunda: De tillsammans med yteruptiv förekommande lappländska järnmalmerna hava fått sitt material från djupet i form av under den vulkaniska verksamhetens sista skede såsom gas eller överhettad lösning utströmmande järn-, fosfor- och titanföreningar, väsentligen klorider och fluorider; på högre nivåer hava dessa sönderdelats av det vatten och de silikater, med vilka de stått i beröring.

Fransmannen De Launay[4] hade 1903 efter egna studier under ett besök i Kiruna i anslutning till Lundbohms och Bäckströms förut refererade slutsatser tolkat Kiirunavaaras och Luossavaras malmer såsom produkter av en kombination av pneumatolys och sedimentation — sönderdelning av submarint utströmmande vulkangaser — med efterföljande kontaktmetamorfos genom hängväggsporfyrens utgjutande.

I motsats till Bäckström och De Launay anslöt sig tysken O. Stutzer[5] till den av Högbom formulerade magmatiska hypotesen, dock med den ändring att han icke ville betrakta malmerna

[1] G. F. F. 20: 115.
[2] S. G. U., ser. C, n:o 183.
[3] G. F. F. 26: 180.
[4] Annales des Mines, 1903.
[5] Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1906, s. 65 o. 140.

såsom differentationsprodukter in situ, utan som »gewanderte magmatische Ausscheidungen». I 1906 års järnmalmsdiskussion på Geologiska Föreningen[1] uttalade sig inledaren, Hj. Sjögren, mot den pneumatolytiska hypotesen, som han ansåg ej kunna förklara de med lapplandsmalmerna analoga malmerna i Ural och Mexico (Cerro de Mercado). I stället synes S., som förut varit benägen att på Kiirunavaara tillämpa samma metasomatiska synpunkter som på de mellansvenska malmerna, nu finna Stutzers uppfattning rätt tilltalande, utan att dock gå närmare in på densamma. Högbom och Bäckström vidhöllo var och en sin förut uttalade mening, båda dock under framhållande av att något definitivt positionstagande ej vore möjligt förrän mera iakttagelsematerial förelåg.

År 1907 publicerade Stutzer ett utförligare arbete[2] över de lappländska järnmalmerna, i vilket han framlägger ett mera omfattande iakttagelsematerial till stöd för den i det tidigare inlägget framkastade hypotesen. Bland de av Stutzer anförda fakta kunna särskilt framhållas vissa ojämnheter i Kirunavaaramalmens sammansättning, av den art att de svårligen kunna förklaras annorlunda än genom magmatiska differentiationsprocesser. Vad speciellt Kiirunavaara beträffar, påpekar S. malminvandringen i sidostenen, och tyder malmen såsom en injicierad gång.

I samband med geologkongressen 1910 publicerades resultaten av de av Lundbohm planlagda detaljundersökningarna vid Kiruna och Gällivare. I Högboms skildring av Gällivare Malmberg[3] beskrivas malmerna såsom magmatiska och i stort sett samtidiga med sidostenen. Resultaten rörande Kirunatraktens berggrund sammanfattades av Lundbohm.[4] I en samtidigt publicerad detaljbeskrivning av malmerna därstädes och de åtföljande bergarterna behandlar Geijer[5] malmbildningsproblemet. Ehuru G. är fullt ense med Högbom och Stutzer i att kalla malmerna magmatiska, och framför flera nya argument för denna ståndpunkt, vänder han sig emot jämförelsen med de titanrika malmerna under framhållande av att malmernas mineralsammansättning och relationer till bergarterna tyda på att Kirunamalmerna icke, såsom fallet är med de titanrika, utgöra ansamlingar av de först utkristalliserande mineralen, utan tvärtom representera en vid lägre temperatur kristalliserande fraktion av porfyrmagman. Häruti ser G. förklaringen till att mal-

[1] G. F. F. 28: 314.
[2] Neues Jahrb. f. Mineralogie, etc. Beil. Bd. 24, 1907. s. 548.
[3] G. F. F. 32: 561.
[4] G. F. F. 32: 751.
[5] Igneous rocks and iron ores of Kiirunavaara, Luossavaara and Tuolluvaara (Stockholm 1910).

merna förena magmatiska drag med »pneumatolytiska», och att övergångar förefinnas till termalbildningar. Utbildningen av porfyrernas mandelmineral uppvisas hava skett *under*, ej efter bergarternas stelning. G:s hypotes intager sålunda en förmedlande ställning mellan Bäckströms och De Launays å den ena sidan och Högboms och Stutzers å den andra. I några smärre arbeten har G. sökt närmare precisera denna uppfattning av malmbildningen, men framhåller att bristen på experimentella data rörande gasers roll i magman ännu lägger stora hinder i vägen för ett djupare inträngande i denna fråga.

En mycket diskuterad företeelse i Kirunaområdets geologi är förekomsten av talrika malmbrottstycken i den porfyr, som bildar malmernas hängande. Lundbohm och Bäckström uppfattade dessa brottstycken såsom bevis för att malmerna voro äldre än porfyren i fråga. I diskussionen 1906 intog Törnebohm samma ståndpunkt. Stutzer däremot ansåg sig kunna bevisa att malmerna voro intrusiva; han antog därför att den brottstyckeförande porfyren representerade en yngre intrusion i hängandets bergart. Geijer fann efter omfattande undersökningar ingen möjlighet att uppdraga någon gräns mellan den brottstyckeförande bergarten och hängandets porfyr i övrigt, och fördes därigenom till slutsatsen att malmen utgjutits såsom en ytström — en tanke som väckte åtskillig opposition.[1] R. A. Daly[2] sökte förklara motsättningarna genom att antaga att malmerna utdifferentierats ur hängandets porfyr sedan denna intagit sitt definitiva läge i förhållande till de äldre bergarterna. Malmen skulle ha ansamlat sig på bottnen såsom en tyngre, i den övriga olöslig delmagma. Brottstyckena skulle vara sönderbrutna smärre utsöndringar. Nya blottningar på Kirunavaara gåvo emellertid Geijer tillfälle till iakttagelser, som gåvo vid handen att malmen förhåller sig intrusivt ej blott mot liggandets bergart utan även mot hängandet.[3] G. anslöt sig därför till Stutzers åsikt att malmen är intrusiv. G. vänder sig också mot Dalys hypotes, bl. a. med betonande av att erfarenheterna från Sudburys magnetkisfyndigheter i norit, ett av Daly åberopat exempel, ej kunna tillämpas på det föreliggande fallet, där differentiationen skulle skett i en hastigt stelnande bergart, ävensom att hypotesen strider mot de allmänna dragen i förhållandet mellan malm och porfyrbergarter i den lappländska malmbildningsprovinsen.

Till sist måste nämnas, att under de senaste åren talrika fyndig-

---

[1] Se t. ex. A. Bergeat i Fortschr. d. Mineralogie, etc., I, 1912, s. 141.
[2] Origin of the iron ores at Kiruna (Stockholm 1915).
[3] S. G. U., ser. C., n:o 288.

heter uppdagats inom Norrbottens län, såväl inom Lappmarksdelen som inom Pajala socken, tillhörande den förut föga uppmärksammade Masugnsbytypen. Dessa fyndigheter äro amfibolskarnmalmer med låg fosforhalt men ofta hög svavelhalt, sålunda mycket olika apatitmalmerna. Förekomstsättet är också ett helt annat, i det att de uppträda metasomatiskt, mestadels i karbonatbergarter. Hittills föreligga endast ett fåtal iakttagelser över denna malmtyp. GEIJER,[1] som på flera ställen funnit skapolit i malmerna, är benägen att ställa deras bildning i samband med graniterna av Linatypen.

Metoder och mål i praktiskt malmgeologiska arbeten.

Malmgeologien har ju städse varit en av de grenar av geologien, som mest vunnit praktisk tillämpning. Det är också till allra största delen under arbeten med mer eller mindre direkt praktiskt syfte, som det iakttagelsematerial samlats, vilket utgjort underlaget till de i det föregående refererade teoretiska diskussionerna. Här kan dock icke givas någon redogörelse för vad som under de senaste femtio åren uträttats på den tillämpade malmgeologiens område, såsom ovan skett för den teoretiska. Detta är uteslutet redan av den grund, att åtskilliga arbetsresultat, som i så fall väl förtjänat ett omnämnande, aldrig nått offentligheten. Däremot torde det erbjuda ett visst intresse att skärskåda huvuddragen i dessa arbeten, samt de arbetsuppgifter och metoder, som varit karakteristiska för detsamma under olika skeden.

Efter genomläsandet av de föregående delarna av denna översikt, där svängningarna i de teoretiska åskådningarna refererats i ett hastigt tempo, som nödvändigtvis kommit dem att te sig omotiverade och vida mera bryska än de i verkligheten varit, kunde det kanske synas, som borde många misstag hava gjorts i de praktiskt geologiska arbetena, när den teoretiska grunden varit så osäker. I allmänhet kunna dock inga grövre dylika misstag påvisas. Detta beror nog till väsentlig del på den objektivitet, som utmärkt de allra flesta fältundersökningar i praktiskt syfte. En omständighet, som bidragit att reducera det inflytande, åsikterna om malmernas *bildningssätt* kunnat ha på de praktiska arbetena, är det i stort sett lagerformiga uppträdandet även hos flera malmtyper, som man nu allmänt erkänner icke vara sedimentära. Vid de tektoniska utredningar, som pläga utgöra den viktigaste arbetsuppgiften vid specialundersökningar av malmfyndigheter, hava därför även dessa malmtyper kunnat betraktas såsom lager, utan större fara för miss-

[1] S. G. U., ser. C, n:o 284.

tag med ekonomiska konsekvenser. Det torde dock icke kunna förnekas, att under lagerhypotesens glansdagar åtskilligt arbete till ringa eller ingen nytta nedlades på att genom veckningar förklara egendomligheter, som man nu förstår vara ursprungliga och beroende på att fyndigheten icke är sedimentär utan metasomatisk. Sådana misstag kunna nog också i några fall hava föranlett onödiga gruvarbeten. Vad som så kan ha förlorats torde dock vara obetydligheter jämfört med vad som i mera än ett fall förslösats därigenom att icke någon geologisk sakkunskap anlitats.

De viktigaste olika formerna för malmgeologiska undersökningar i praktiskt syfte kunna för översiktlighetens skull indelas i följande grupper:

1) Detaljundersökningar av gruvor under arbete, eller av nyupptäckta fyndigheter.

2) Mera översiktliga undersökningar av större områden.

3) Beräkningar över malmtillgångar.

4) Petrografiska undersökningar av anrikningsmalmer.

Detaljundersökningar av gruvor hade närmast före den tid, med vilken vi nu sysselsätta oss, utförts av A. Erdmann. Efter honom blir det i första hand A. E. Törnebohm, som genom en serie av dylika undersökningar belyste åtskilliga viktiga gruvors geologi Redan förut har framhållits det sista av Törnebohms arbeten av detta slag, undersökningen av Falu gruva, och det högeligen förtjänstfulla sätt, på vilket T. löste den svåra uppgiften. Den omfattande användningen av det petrografiska mikroskopet är ett anmärkningsvärt drag i denna undersökning. Bl. a. nedlade T. mycken möda — i stort sett dock förgäves — på att bland gruvans talrika »trapper» (amfibolitgångar) urskilja typer, som skulle kunna användas till ledning för utredning av tektoniken. I detta sammanhang böra även nämnas åtskilliga uppsatser av A. Sjögren (t. ex. från 1870-talet), där med exempel bevisas fördelen av geologiska iakttagelser i samband med gruvdriften.

Bland senare arbeten av denna typ böra anföras W. Peterssons undersökningar av Nordmarken,[1] Högberget, m. fl. fält. I viss mån kunna till denna grupp av undersökningar även hänföras de omfattande, av Lundbohm planlagda arbetena vid de lappländska malmfälten efter 1904. Utmärkande för dessa har varit fältarbetets utsträckande över stora områden, samt det mycket vidsträckta anlitandet av mikroskopiska och kemiska undersökningar i intim anslutning till det fältgeologiska arbetet.

De nu nämnda undersökningarna ha i allmänhet utförts på gruv

[1] S. G. U., ser. C, n:o 162.

ägarens initiativ och bekostnad. Vad man därmed önskat vinna har naturligtvis främst varit en sådan kännedom om fyndighetens geologi, som kunde tjäna till ledning för gruvdriften. Ofta hava därvid tektoniska frågor dominerat. Att gruvindustriens män ingalunda förbisett önskvärdheten av undersökningar på bredare bas framgår av de anslag till dylika arbeten, för vilka nedan skall redogöras. Det är dock obestridligen ett önskemål, att även detaljundersökningarna inom gruvfälten i Bergslagen kunde utföras efter gemensam plan. Det synes dess bättre finnas goda utsikter till att detta skall kunna förverkligas genom de arbeten, som Sveriges geologiska undersökning på de senaste åren börjat i samarbete med gruvägarna utföra i Bergslagen. Vad de lappländska malmfälten beträffar, så omfattas ju alla de viktigaste av Luossavaara—Kiirunavaara Aktiebolags ovan nämnda, av LUNDBOHM organiserade arbeten, genom vilka fast grund lagts för vidare forskningar.

Bland de arbeten, som behandla ett större malmförande områdes geologi, står TÖRNEBOHMS på Jernkontorets uppdrag utförda undersökningar över berggrunden inom Mellersta Sveriges Bergslag (1875—1882) som ett mästerverk utan like. Kartbildens objektivitet gör den praktiskt taget lika användbar nu som vid tiden för publicerandet, trots alla de framsteg som sedan dess gjorts i förklarandet av de geologiska fakta, vilka dessa kartor återgiva. Arbetets plan avsåg inga detaljundersökningar, utan läggandet av en fast grund för tolkningen av de stora huvuddragen i Bergslagens urbergsgeologi. Därav följde visserligen, att den *omedelbara* praktiska nyttan icke kunde bli så stor, men i stället erhölls en stomme för alla senare, mera detaljerade arbeten, så att faktiskt sedan dess alla malmgeologiska undersökningar inom det av »Bergslagskartan» täckta området dragit nytta av TÖRNEBOHMS kartering. Alla, som sedan denna kartas publicerande haft att utföra några malmgeologiska arbeten i Bergslagen, stå i den djupaste tacksamhetsskuld till TÖRNEBOHM, till initiativtagaren, bergmästaren A. SJÖGREN, och till de vidsynta män i Jernkontorets ledning, som möjliggjorde arbetets utförande.

Även de undersökningar, som på 1880-talet utfördes inom Örebro läns bergslagsdel[1] bekostades av Jernkontoret, men initiativet utgick i detta fall från Sveriges geologiska undersökning (prof. O. TORELL), som även omhänderhade arbetets utförande. Då dessa undersökningar omfattade ett flertal malmfyndigheter av olika typer, blevo resultaten av värde för förståelsen ej blott av själva undersökningsområdets malmer, utan också av Bergslagsmalmerna i allmänhet.

[1] Jfr ovan s. 90.

Den 1892—1893 av W. Petersson utförda undersökningen av Norbergs Bergslag, som resulterade i en geologisk atlas över detta område,[1] var organiserad på samma sätt som undersökningen inom Örebro län. Vid denna undersökning gjordes särskilt viktiga iakttagelser över tektoniken.

Bland arbeten inom Bergslagsområdet torde även böra nämnas H. Sundholms uppsats om gruvorna inom Ludvika socken.[2]

Av S. G. U:s kartblad över delar av Bergslagen äro de flesta av hög ålder. Dessa undvika konsekvent att ingå på några detaljer i fråga om malmfyndigheterna, då detta arbete ansågs böra överlämnas åt specialundersökningar, sådana som de förut nämnda inom Örebro län. Däremot har S. G. U. inom Norrland, där ett flertal malmfyndigheter äro belägna på kronojord, med statsmedel utfört omfattande malmgeologiska undersökningar. Början gjordes genom 1875 års expedition till Gällivare, Kiirunavaara, m. fl. malmfält.[3] När de geologiska arbetena därnäst upptogos i dessa trakter, var det icke järnmalmen, utan den med densamma uppträdande apatiten, som främst tilldrog sig uppmärksamheten. »Apatitkommissionens» arbeten 1890—1891, vilkas geologiska del omhänderhades av Lundbohm och W. Petersson,[4] omfattade bl. a. en grundlig undersökning av Gällivare Malmberg, icke blott med hänsyn till det just då aktuella apatitspörsmålet. Sedan blev det åter järnmalmerna som sådana, som blevo föremål för undersökningar. Lundbohm[5] studerade Kirunamalmernas geologiska uppträdande, växlingarna i apatithalt och struktur, möjligheten av att genom skrädning erhålla malm med låg fosforhalt, o. s. v. Genom 1899 års »malmfältsexpeditioner»[6] (Svenonius och Petersson m. fl.) erhölls en väsentligt vidgad kännedom om berggrundens beskaffenhet inom de malmförande delarna av Jukkasjärvi och Gällivare socknar, och undersöktes mera i detalj ett flertal malmfyndigheter, bland dem många nyupptäckta. Bl. a. erhöllos värdefulla erfarenheter för den geologiska tolkningen av magnetiska kartor, och konstaterades det egendomliga geologiska uppträdandet hos malmer sådana som Mertainen och Painirova.

Bland S. G. U:s senare arbeten av denna art böra anföras de ännu pågående undersökningarna i Västerbotten, där malmletning

[1] Jfr s. 96.
[2] J. K. A., 1898, s. 85.
[3] S. G. U., ser. C, n:o 23.
[4] S. G. U., ser. C, n:o 111 och 127.
[5] S. G. U., ser. C, n:o 175.
[6] S. G. U., ser. C, n:r 183.

(med positivt resultat) kombinerats med översiktlig berggrundsrekognoscering.

En del jämförliga undersökningar hava även utsträckts över enskild mark, huvudsakligen i fall där föga kända malmfyndigheter anförts såsom argument vid valet av statsbanesträckningar. Hit höra t. ex. undersökningar längs inlandsbanan (TEGENGREN 1908)[1] och i Frostviken (H. E. JOHANSSON 1915).[2]

Det bör i detta sammanhang också framhållas, att på senare tid även malmletning på enskilt initiativ i betydande utsträckning utnyttjat resultaten av geologiska översiktsundersökningar, t. ex. för val av område för magnetisk rekognoscering.

Den elektriska malmletningsmetoden, som under de senaste åren kommit till praktisk tillämpning, synes avsevärt vidga användningen av geologiska metoder för uppsökande av nya fyndigheter. I de fall, där man av berggrundens beskaffenhet eller genom studiet av blocktransport funnit anledning misstänka förefintligheten av malm inom visst område, har det nämligen förut varit endast i fråga om magnetiska fyndigheter som man kunnat räkna på att ytterligare precisera läget utan omfattande undersökningsarbeten. Den elektriska malmletningen erbjuder nu en dylik hjälp även i fall, där malmfyndigheten är fullständigt omagnetisk. Å andra sidan torde vid all användning av denna metod ett noggrant aktgivande på geologiska fakta vara en nödvändig förutsättning för ett gott resultat.

Uppskattningen av malmtillgångar tillhör också den praktiskt tillämpade malmgeologiens område: vid varje beräkning utöver de malmkvantiteter, som äro med full säkerhet påvisade, blir det ju uppfattningen av fyndighetens geologiska relationer, som blir avgörande. Frågan om malmernas djupgående plägar vid dylika arbeten erbjuda det svåraste problemet. I Sverige har intresset för arbeten av denna art varit mycket stort under de senaste årtiondena. Då redan en koncis men dock relativt utförlig historik över denna fråga fram till 1912 finnes framlagd i F. R. TEGENGRENS redogörelse för en inventering av järnmalmstillgångarna i mellersta och södra Sverige,[3] finnes här ingen anledning att beträffande denna tid meddela annat än några viktigare konturer. En första grund lades genom G. NORDENSTRÖMS beräkningar över Sveriges järnmalmstillgångar, av år 1893. N. uppskattade malmareorna, d. v. s. areorna av fyndighet-

---

[1] S. G. U., ser. C, n:o 234.

[2] Bil. till S. NORRMAN, Tvärbanor mellan inlandsbanan och stambanan, etc. (Stockholm 1915).

[3] S. G. U., ser. Ca, n:o 8.

nas horisontalsektioner. Vid denna taxering kom sålunda frågan om malmernas djupgående ej alls under debatt. Över huvud taget var det först några år senare som man, huvudsakligen i värmländska bergsmannakretsar, började hysa farhågor för att malmerna allmänt skulle visa sig mycket litet uthålliga mot djupet. Orsaken till denna pessimism låg väl i främsta rummet i de nedslående erfarenheter i detta avseende, som H. V. TIBERG ansåg sig ha gjort under gruvdrift i Filipstads bergslag, och i den av honom och HJ. SJÖGREN omfattade åsikten om malmerna såsom bildade genom inverkan av från dagytan nedsipprande dagvatten, vilket endast kunnat sträcka sina verkningar till ett mycket ringa djup.[1] Dessa åsikter tillämpades ej blott på de mellansvenska malmerna, utan också på de lappländska. Farhågorna ledde till ett livligt yrkande på en möjligast grundlig uppskattning av våra järnmalmstillgångar. Ett dylikt arbete, omfattande mellersta och södra Sverige, påbörjades 1907 av Sveriges geologiska undersökning och leddes av F. R. TEGENGREN. Resultatet publicerades 1912.[2] T. använde i första hand de officiella gruvkartorna, och beräknade de säkert påvisade malmkvantiteterna, varjämte han med hänsynstagande till ett flertal olika faktorer gjorde en uppskattning av det djup, till vilket den ena eller den andra malmfyndigheten med relativ säkerhet kunde påräknas fortsätta. T:s siffror voro uttryckligen minimisiffror. Då under de närmast följande åren undersökningsarbeten inom flera viktiga malmfält ledde till att åtskilligt högre siffror kunde med säkerhet angivas för dessa fält, föranledde detta att från flera håll en kritik riktades mot TEGENGRENS uppskattningar såsom alltför försiktiga. Dessa anmärkningar kunde emellertid visas vara obefogade,[3] i det de icke drabbade malminventeringens resultat utan endast en del alltför pessimistiska slutsatser, som utomstående ansett sig böra draga av desamma.

Att omnämna är även ett försök av B. HÖGBOM att av det av TEGENGREN samlade materialet söka få fram en föreställning om proportioner mellan malmernas strykningslängd och djupgående.[4]

I samband med det intresse som tog sig uttryck i denna inventering av ett av våra järnmalmsområden, stod det svenska initiativet, närmast utgående från prof. A. G. HÖGBOM, till den vid geologkongressen i Stockholm 1910 framlagda uppskattningen av hela jordens järnmalmstillgångar, »Iron ore resources of the world». Det

[1] Jfr ovan s. 97—98.
[2] S. G. U., ser, Ca, n:o 8.
[3] Se H. E. JOHANSSONS uppsats i Tekn. Tidskr., Kemi o. Berg., 1915.
[4] Tekn. Tidskr. 1915, avd. Kemi och Berg., s. 78.

torde vara allmänt erkänt, att detta arbete — särskilt om man tager i betraktande att det var den första »världsinventeringen» av en naturtillgång — till såväl planläggning som utförande var synnerligen lyckat. Över huvud har Sverige genom detsamma framstått såsom ett föregångsland på ett område, vars betydelse alltmera börjar inses. Under de senaste åren har dock detta område, som man kunde kalla de mineraliska råämnenas geografi, mera bearbetats utom än inom vårt land. Vad särskilt järnmalmerna beträffar, beror detta naturligen främst därpå, att åtskilliga länder under kriget lidit av »järnnöd», så att intresset för en uppskattning av såväl egna som av eventuella bundsförvanters eller fienders tillgångar på detta område varit stort. Hos oss var det ju andra mineraliska råämnen, som genom de ytterst inskränkta importmöjligheterna blevo föremål för en högre grad av intresse. Någon inventering motsvarande den stora järnmalmsundersökningen har dock icke kommit till stånd, däremot har Sveriges geologiska undersökning bl. a. undersökt landets tillgångar på fosfat,[1] samt gjort en sammanställning i uppslagsbokform av vad som är känt om våra malmer utom järnmalmerna.[2]

Till malmgeologien bör även räknas användningen av den mikroskopiska petrografiens arbetsmetoder för studiet av anrikningsmalmer. Arbetet går ut på att fastställa malmernas mineralsammansättning och strukturdrag ur synpunkten av deras förhållande vid krossning och anrikning. De första viktigare arbetena äro utförda av W. Petersson[3] och K. Winge.[4] Senare har P. J. Holmquist lämnat flera bidrag.[5] Det metallografiska mikroskopet, som särskilt i Amerika vunnit stor användning vid malmundersökningar, har hos oss endast mera begränsade möjligheter, då våra sulfidmalmer sakna de sekundära malmkoncentrationer, vilkas utforskande utgör den viktiga användningen av detta hjälpmedel. Det har emellertid använts av G. Lindroth vid en undersökning av nickelns förekomstsätt i svenska fyndigheter av »nickelhaltig magnetkis»[6].

---

[1] S. G. U., ser. C, n:o 294.
[2] Under tryckning.
[3] J. K. A., 1903, s. 251.
[4] Tekn. Tidskr. 1901, avd. Kemi o. Berg., s. 59.
[5] Tekn. Tidskr., 1911, avd. Kemi o. Berg., s. 160 och 1915, s. 6.
[6] Tekn. Tidskr., 1920, avd. Kemi o. Berg., s. 68.

Den kvartärgeologiska forskningen i Sverige under de senaste 25 åren.

AV

R. SANDEGREN.

Inledning.

År 1896, då Geologiska Föreningen i Stockholm firade sitt 25-årsjubileum, gjorde A. G. NATHORST i majhäftet av föreningens förhandlingar en återblick över geologiens utveckling i Sverige under föreningens första 25-årsperiod. Detta år kan för övrigt sägas bilda epok inom den svenska kvartärgeologien, i det att under detsamma tvenne arbeten utkommo, vilka äro av en oerhört stor betydelse såväl därigenom, att de inom var sitt område gåvo en sammanfattning av dåtida vetande som genom att de verkat inriktande och uppslagsgivande på följande tiders forskning. Dessa arbeten äro »Skandinaviens geografiska utveckling efter istiden» av GERARD DE GEER och »Svenska växtvärldens historia» av GUNNAR ANDERSSON.

Under den följande, här till behandling föreliggande 25-års perioden[1] finnes en annan viktig milstolpe i svensk geologisk och där-

---

[1] Av utrymmesskäl har förf. funnit nödigt begränsa denna översikt till att söka lämna en orientering främst rörande de problem inom kvartärgeologien, vilka under tidsavsnittet i fråga i särskilt hög grad tagit forskarnes intresse i anspråk, medan andra endast erhållit ett mera summariskt omnämnande. Att framställuingen härvidlag måste bliva huvudsakligen refererande och ej dömande eller värdesättande är ju alldeles nödvändigt, helst som många av hithörande frågor ännu stå under den allra livligaste diskussion. Beträffande den anförda litteraturen hänvisas till följande lätt tillgängliga bibliografier: Förteckning över Sveriges Geologiska Undersöknings publikationer (senaste upplaga 1920), Generalregister till Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar (utgivet t. o. m. 1919), Index to Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala Vol. I—X 1893—1910, S. G. U. Maps and Memoirs on Swedish Geology Sthlm 1910, Person-, sak- och kartregister till årg. 1—30 av Ymer (1881—1910), Bibliographia De Geeriana 1881—1918 G. F. F. Bd 40. H. 5. 1918, Förteckning över Skandinavisk litteratur sammanställd i G. F. F. för varje år i årgångarna 1888—1898, för 1899—1900 i Bd 23, för 1901—1903 i Bd 25, för 1904—1906 i Bd 29, svensk för 1907—1917 i Bd 41 samt för 1918—1919 i Bd 42.

för även kvartärgeologisk forskning, nämligen året 1910, det år då den 11:te internationella geologkongressen sammanträdde i Stockholm. Vid detta tillfälle gjordes så att säga en bouppteckning över det under 80- och 90-talen samt det första decenniet av det nya århundradet insamlade materialet i form av en serie publikationer, där våra främste forskare var och en på sitt område gav en sammanfattning av den geologiska vetenskapens dåvarande ståndpunkt i vårt land. Härigenom gavs så tillvida en utgångspunkt för det fortsatta arbetet inom den svenska geologiens olika grenar, att man dels vann en tämligen fullständig översikt över vad som uträttats och vad man visste eller ansåg säkert, dels att många luckor i vårt vetande blottades.

Vidare må framhållas, att kvartärgeologien vid det nya seklets början hade nått så långt i sin utveckling, att de flesta stora problemen beträffande sina huvuddrag erhållit en preliminär, ehuru ofta på mera översiktliga undersökningar grundad utredning. Nittonhundratalet utmärker sig genom den stora mängden detaljundersökningar, ägnade att belysa problemens kärnpunkter och ej sällan anlagda med mera fördjupad frågeställning och mera skärpta arbetsmetoder än vad förut varit möjligt. När dessa arbeten publiceras, ha de därför ofta formen av monografier och innehålla en sådan rikedom av iakttagelsematerial, att de oavsett författarnes tolkning äga ett beståndande värde.

Det viktigaste nya, som framkommit inom kvartärgeologien under här behandlade tidsskede, torde vara: rullstensåsarnas tolkning, den De Geerska kvartärkronologien samt den Lagerheim—von Postska pollenanalysmetoden för datering av postglaciala lagerföljder. För övrigt har intresset koncentrerat sig kring följande ämnen: detaljundersökningar av de isdämda sjöarna, fortsatt utredning av nivåförändringarna samt av klimatets och vegetationens utveckling, grundad på studier av torvmossar och kalktuffer. Därjämte tillkommer, att interglacialfrågan livligt dryftats och riktats med nya fakta samt att intresset för fysiskt geografiska och topografiska studier allt mera framträtt. Härvid ha en hel del forskare upptagit amerikanaren W. M. Davis' betraktelsesätt av de geodynamiska processerna och landskapets härav orsakade morfologi. Geomorfologien har fått betydelse för kvartärgeologien särskilt i fråga om glacialerosionen samt rörande flodernas erosion och ackumulation.

De olika frågorna gripa ofta över i varandra. Sålunda måste t. ex. klimatets, växt- och djurvärldens förändringar ses i samband med nivåförändringarna. För överskådlighetens skull behandlas emeller-

tid vid denna redogörelse de olika frågornas utveckling i möjligaste mån var för sig. Kapitlet »Markstudier» har författats av S. Johansson.

Trenne större sammanfattande arbeten rörande Norrland, vilka lämna översikt över kvartärgeologien eller delar därav, ha på senare år utkommit och torde här böra särskilt omnämnas. Dessa äro: A. G. Högbom, »Norrland» 1906 och »Geologisk beskrivning över Jämtlands län», ny omarbetad upplaga 1920 samt Gunnar Andersson och Selim Birger, »Den norrländska florans geografiska fördelning och invandringshistoria» 1912.

Interglacialfrågan.

Omkring frågan, huruvida istiden i Skandinavien varit avbruten av interglacialtider eller ej, rörde sig redan under 1880- och början av 1890-talet en livlig polemik mellan G. De Geer och N. O. Holst. Under det här till behandling föreliggande tidsskedet har denna strid fortsatts huvudsakligen mellan H. Munthe och Holst, varvid den förre sökt samla bevis för existensen av interglacialtider, medan den senare i ofta skarpt polemiska inlägg sökt göra gällande, att istiden varit enhetlig och att de bildningar, vilka tolkats som interglaciala, vore att uppfatta antingen som post- eller preglaciala eller ock som interstadiala.

En central ställning i denna fråga intog diskussionen om fyndet av en av morän täckt fossilförande gyttja på Härnön i Ångermanland. År 1904 lämnade Munthe en utförlig redogörelse för lagringsförhållandena på denna lokal och för där funna fossil samt kom därvid till den slutsatsen, att gyttjan var interglacial. År 1906 var frågan föremål för livlig diskussion på geologiska föreningens aprilsammanträde, varvid Holst förfäktade, att gyttjan vore av postglacial ålder, medan Munthe vidhöll sin förra åsikt. År 1909 tog den förre åter till orda i frågan, men hade då kommit till den uppfattningen, att gyttjan vore preglacial. Båda de av Holst företrädda meningarna om gyttjans ålder bemöttes av Munthe samma år, och 1910 lämnade samme författare en preliminär lista över de i gyttjan funna växtlämningarna. Insektrester från densamma ha beskrivits av E. Mjöberg 1904, 1905 och 1916.

Fyndet på Härnön gjordes av Munthe redan 1889. Orsaken, varför han dröjde så länge med en utförlig publikation, var, att han hyste den förhoppningen, att flera fynd av liknande art skulle göras, vilka kunde lämna stöd för hans tolkning av den dittills enastående Härnögyttjan. Sent omsider, sedan stridens vågor redan börjat lägga sig, kom också detta stöd, i det att vid Bollnäs i Hel-

singland en avlagring uppdagades, vilken utförligt beskrivits av B. ERIKSSON HALDEN 1912 och 1915. Bollnäsfyndet är såväl beträffande stratigrafi som fossilinnehåll ganska likartat med det från Härnön och tolkas av HALDEN på ett övertygande sätt som interglacialt. Mot denna tolkning ha inga röster höjts, varför numera den uppfattningen synes ha slagit igenom, att Skandinavien åtminstone under en av interglacialtiderna varit till stor del isfritt.

Skåne är ganska rikt på moräntäckta eller i morän inneslutna fossilförande bildningar, om vilkas ålder olika uppfattningar gjort sig gällande. N. O. HOLST har naturligtvis förfäktat deras preglaciala ålder, medan däremot L. HOLMSTRÖM 1912 vad beträffar de s. k. Bjäresjöholmslagren framlade bevis för att dessa i varje fall icke kunna vara preglaciala utan troligen interstadiala. Vissa avlagringar inom den s. k. Alnarpsflodens dal var emellertid HOLMSTRÖM ense med HOLST om att tolka som preglaciala. H. MUNTHE anser dem emellertid 1920 i överensstämmelse med motsvarande danska fynd vara interglaciala. Å andra sidan beskriver han samtidigt en del bildningar från bladet Sövdeborg, vilka, i likhet med de av A. G. HÖGBOM först som interglaciala tydda moräntäckta lagren vid Storsjön i Jämtland, äro interstadiala, d. v. s. råkat bli täckta av morän vid smärre oscillationer av isranden under dess sista tillbakaryckande.

Slutligen må i detta sammanhang omnämnas de spridda fynd av lämningar efter mammut (sammanställda av G. FRÖDIN 1916) samt det av H. MUNTHE 1905 beskrivna fyndet av myskoxe vid Nol, vilka i de fall, då fyndomständigheterna äro närmare kända, visat sig ha legat i morän eller isälvsgrus. Huruvida dessa fynd äro av preglacial eller interglacial ålder, kan väl enbart av fyndomständigheterna knappast avgöras, men då man nu i varje fall har att räkna med en interglacialtid, är det ju à priori mera sannolikt, att de förskriva sig från denna än från den preglaciala kvartärtiden, vars avlagringar ju haft ännu större utsikt att fullständigt bortsopas från vårt land än interglacialtidens.

Glacialgeologi.

Rullstensåsar, randbildningar, moränbildningar etc.

Frågan om rullstensåsarnas bildningssätt hade under långa tider väckt geologernas intresse, och en hel rad olika tolkningsförsök hade sett dagen, utan att dock något av dem lyckats förklara alla med åsarna sammanhörande fenomen. Med stöd av detaljiakttagel-

ser dels vid de stora tväråsarna i Dalsland dels vid Stockholms- och Upsalaåsarna framlade emellertid G. DE GEER 1897 första gången sin teori om rullstensåsarna såsom submarginala deltabildningar, avsatta av isälvarna i själva glaciärportarna vid israndens successiva tillbakaryckande. Han påvisade här det förhållandet, att åsarna låta sig uppdelas i skilda kullar, var och en med en av grovt material uppbyggd proximal del och en av allt finare grus och sand bestående distal del. Dessa åscentra bilda liksom ett radband (åsen), och varje kulle representerar ett års avlagring. Teorien lämnar en enkel förklaring bl. a. även till ett förut så oförståeligt förhållande som åsarnas s. k. »kastningar», d. v. s. att en viss åssträckning plötsligt upphör för att därefter åter fortsättas av en ny något på sidan om den förra. DE GEERS fortsatta undersökningar över sambandet mellan årsmoränerna, rullstensåsarna och den varviga leran, som ju är isälvarnas finaste, mest distalt avlagrade slam, har också på ett övertygande sätt bevisat teoriens riktighet. Den torde ock numera vara allmänt både känd och erkänd.

De märkliga randbildningar, vilka under namn av raerna i Norge, medelsvenska ändmoränerna i Sverige och Salpauselkä i Finland, bilda en gördel tvärs över Fennoskandia, hade av DE GEER ursprungligen uppfattats som gränsen för en särskild nedisning, under vilken för övrigt en lång istunga skulle hava utfyllt Östersjön och i väster och söder nått fram till de stora ändmoränområdena i respektive Jylland och Nordtyskland. De fortsatta undersökningarna av dessa bildningar ha emellertid visat, att de endast markera ett temporärt stillastående av iskanten under dess tillbakaryckande, vilket stillastående varit åtföljt av smärre oscillationer, och vidare anser DE GEER numera, att iskanten vid detta skede sträckt sig från Södertörn raka vägen över till Hangö på finska sidan utan att bilda någon utskjutande tunga i Östersjöns dal.

Förutom av DE GEER ha de glaciala randbildningarna studerats av H. MUNTHE, H. HEDSTRÖM, S. DE GEER, H. AHLMANN, H. NELSON och K. SANDLER. Särskilt betydelsefulla ha MUNTHES kartbladsarbeten varit. Vid dessa fastställde han nämligen de medelsvenska ändmoränernas förlopp och beskaffenhet inom stora delar av Västergötland och beskrev de där förekommande kamelandskapen och stora randplatåerna. En sammanfattning av dessa arbetens resultat framlade han till geologkongressen 1910. AHLMANN kunde genom lermätningar på ömse sidor om den stora norra moränlinjen i Västergötland konstatera, att israndens uppehåll vid denna inskränkt sig till något mer än 100 år. NELSON har genom sina detaljstudier av en hel rad randdeltan och randåsar i södra och mellersta Sverige lämnat vik-

tiga bidrag till kännedomen om dessas stratigrafi och bildningshistoria.

Den speciella utbildningsform av moränbildningar, som gå under namn av radialmoräner eller drumlins ha ingående beskrivits från Norrland av A. G. Högbom och från Närke av K. E. Sahlström. G. De Geer har 1919 beskrivit olika former av moränmaterial i sekundärt läge.

Till kännedomen om inlandsisens rörelseriktning under olika skeden av istiden, olika isströmmar o. s. v. ha bidrag lämnats av G. Aminoff, som studerat älvdalsporfyrernas utbredning som erratiska block samt av L. Holmström, som sammanställt observationsmaterialet av glacialräfflor inom Sydskandinavien. Den fullständigaste sammanställningen av åsar, ändmoräner och räfflor finnes å den av Sveriges Geologiska Undersökning genom G. De Geer 1910 utgivna kartan över södra Sverige i senglacial tid.

Förhållandena vid inlandsisens avsmältning har i Jämtland studerats av G. Frödin och inom Nordvästskandinavien i dess helhet av F. Enquist, vilken framför allt utrett den intressanta frågan om den senglaciala lokalglaciationen i dessa trakter.

Istidens orsaker.

N. Ekholm sökte 1899 istidens orsak i en under föregående geologiska perioder starkt ökad kolsyreförbrukning, vilken medfört en minskning i luftens kolsyrehalt och därav framkallad temperatursänkning över hela jorden. På senare tid har frågan upptagits av F. Enquist 1915 samt av H. Ahlmann och B. Helland-Hansen 1918.

Enquist söker istidens orsak i en sänkning av havsytan, tillfölje vilken landområdena kommit upp i relativt högre luftlager, så att »glaciationsgränsytan» sänkts. På grund av havsytans sänkning kunde, trots att stora delar av nuvarande land voro nedisade, växt- och djurvärld finna reträttplatser på kontinenternas nu av hav täckta kustområden, där då samma klimatiska förhållanden rådde som inom de trakter, där respektive organismer nu leva. Någon hela jorden likformigt drabbande klimatförsämring, vilken ju skulle tvingat de mest värmefordrande arterna att utdö, skulle sålunda lika litet enligt denna som enligt nedan refererade teori behöva antagas som istidens orsak.

Ahlmann och Helland-Hansen antaga, i överensstämmelse med G. De Geers 1910 uttalade uppfattning, att istiden föregicks av en landhöjning av 300 *m*. Genom en dylik landhöjning bleve förbindelselederna mellan Atlanten och Norskhavet så grunda och smala, att det varma vattnet från den förra endast i ringa utsträck-

ning kunde intränga i det senare, varigenom Nordeuropa avstängdes från detta vattens uppvärmande inflytande. Fjällområdena i Skandinavien skulle då, liksom genom den av ENQUIST antagna sänkningen av havsytan, bliva nedisade, varvid särskilt rimfrostbildningen på de högst uppstickande fjälltopparna skulle varit av stor betydelse. När genom inlandsisens tilltagande tyngd landet nedpressades, öppnades åter väg för det varma atlantervattnet in i Norskhavet, varigenom det atmosfäriska klimatet småningom mildrades och föranledde inlandsisens avsmältning.

Den senkvartära geokronologien.

Redan på 1880-talet voro varvens i den varviga leran karaktär av årslager fastslagen, och G. DE GEER hade framlagt principen för den metod, enligt vilken varven i olika profiler kunde identifieras. Det var dock först 1904, som DE GEER på allvar började de geokronologiska forskningar, vilka avse att fastställa tiden för och förloppet vid landisens avsmältning från det skandinaviska nedisningsområdet och vilka allt sedan dess intagit det kanske främsta rummet i denne forskares tid och intresse. Spridda meddelanden om dessa undersökningar hade lämnats i föredrag såväl inför geologiska sektionen av naturvetenskapliga studentsällskapet i Uppsala som inför Geologiska föreningen i Stockholm. Vid geologkongressen i Stockholm 1910 framlade DE GEER emellertid sammanfattning de då approximativt färdiga resultaten.

Den senglaciala tiden indelar DE GEER i: 1) den daniglaciala, under vilken isen drog sig tillbaka från större delen av Danmark, 2) den gotiglaciala, under vilken iskanten på en tid av c:a 3000 år drog sig tillbaka från det israndläge, som utmärkes av de Bohuslän och Halland genomlöpande stora ändmoränerna samt av gränsen för den yngsta baltiska isströmmens maximiutbredning och fram till de stora medelsvenska ändmoränerna, 3) den finiglaciala, under vilken iskanten slutligen på en tid av c:a 2000 år ryckte tillbaka från dessa till isdelaren i Jämtland, där vid dennas tudelning i Indalsälvens dalgång den centraljämtska issjön tappades. Därefter inträdde den postglaciala tiden, vilken skulle haft en längd av c:a 7000 år, denna senare siffra baserad på mätningar av postglaciala varviga sediment i den 1796 uttappade Ragundasjön. Senglacial och postglacial tid bilda enligt DE GEERS terminologi tillsammans den senkvartära tiden. En summarisk redogörelse för de geokronologiska arbetena intill 1909 lämnades

av L. von Post i Populär Naturvetenskaplig Revy 1911. De Geers eget föredrag vid kongressen trycktes först 1912.

De geokronologiska forskningarna ha sedan fortsatts såväl av De Geer själv som av dennes lärjungar. Genom dessa undersökningar framgick snart, att den varviga postglaciala sedimentserien i Ragundasjön icke nådde fram till 1796, varför något säkert mått på den postglaciala tidens längd icke kunde erhållas därstädes. R. Lidén, som i Ångermanland utrett isavsmältningen, kom emellertid på en delvis annan väg än De Geer till ett med dennes genom extrapolation vunna siffra i stort överensstämmande värde för längden av denna tid. Vidare har isavsmältningens kronologi studerats av C. Carlzon i Jämtland, av E. Antevs i Skåne och av C. J. Anrick i Uppland.

Beträffande den ovan anförda terminologien för den senkvartära tidens indelning föreslog De Geer själv 1911, att termen finiglacial skulle utbytas mot skandiglacial. H. Munthe ansåg båda termerna olämpliga såsom beteckning för sådana avlagringar från denna tid, vilka bildats så långt från iskanten, att de tillfölje sitt fossilinnehåll icke äga »glacial» utan »postglacial» karaktär. Senare (1912) återupptog emellertid De Geer av flera skäl termen »finiglacial» medan termen »skandiglacial» skulle utgå, och 1917 föreslog han för bildningar, danade av glaciärer eller glaciärälvar termen »glacigen» och för sådana, som i skilda trakter vila under, mellan eller över dessa, termerna »pre-», »intra-» eller »postglacigen» utan hänsyn till den generella tidsskalan. De Geers först föreslagna terminologi har i allmänhet kommit till användning vid behandling av geokronologiska frågor. Som undantag kan nämnas, att R. Lidén 1913 föreslog »ungkvartär» som geokronologisk term i stället för »postglacial» av den anledningen, att sistnämnda term allmänt användes att beteckna alla sådana lager, som avsatts ovanpå »glaciala» bildningar (jfr ovan De Geers »postglacigen») samt att utsträcka det finiglaciala skedet till det sista issjögenombrottet mot öster. L. von Post föreslog för sin del 1916 införande av termen »postarktisk» för tiden efter istidsklimatets upphörande eller en tidpunkt i början av De Geers finiglaciala skede, »den finiglaciala klimatförbättringen». F. Enquist åter uttalade sig 1918 för bibehållande av termen »postglacial» och att denna tid borde anses börja i och med iskantens begynnande tillbakaryckande från de medelsvenska ändmoränerna, alldenstund ett tempererat klimat då inträdde. Till Lidéns förslag anslöt sig C. Carlzon 1920, men med den modifikationen, att han ville kalla De Geers finiglaciala skede eller tiden för iskantens förflyttning från de medelsvenska ändmoränerna till

Stugun i Jämtland, där det första issjögenombrottet ägde rum, för »skandiglacial» och med »finiglacial» beteckna skedet från detta första genombrott fram till det sista issjögenombrottet mot öster.

Till baltiska utställningen i Malmö 1914 hade DE GEER utarbetat en karta i skala 1: 1 000 000 över istäckets avsmältning inom den baltiska dalen, där israndens läge framställdes för vart 500:de år av avsmältningsperioden. Denna karta trycktes även samma år i skalan 1: 10 000 000 i Populär Naturvetenskaplig Revy.

Det nyaste på geokronologiens område är de s. k. fjärrkonnektionerna. Förut hade det i allmänhet icke lyckats, att konnektera lerdiagrammen på längre avstånd än 5 à 10 km. I januari 1916 meddelade emellertid DE GEER, att han lyckats att i marginal riktning konnektera en hel del punkter på svenska fastlandet icke blott med varandra utan även med punkter på Gottland, i Finland, Norge och Danmark. På grund härav ansåg han bevisat, att variationerna i den årliga lersedimentationen betingats av generella klimatiska orsaker, varför också möjlighet borde föreligga att erhålla konnektion med det forna nedisningsområdet i norra Amerika. Tanken på konnektion med Amerika möttes av något tvivel bl. a. från A. G. HÖGBOM, som framhöll den bristande likheten i de nuvarande temperaturväxlingarna på ömse sidor om Atlanten. Däremot ansåg A. WALLÉN en betydande likhet föreligga mellan å ena sidan lerdiagrammens kurvor och å andra sidan årstemperaturens och årsnederbördens nuvarande växlingar samt att samtidigheten mellan de senares växlingar på ömse sidor om Atlanten vore större, än man haft anledning förmoda.

V. NORDMANN opponerade sig mot den av DE GEER föreslagna konnektionen med Danmark, varigenom bl. a. de s. k. Allerödlagren skulle erhålla en betydligt högre ålder än de av danska geologer ansågos äga. Mot denna anmärkning framhöll DE GEER, att det varviga issjösedimentet vid Stenstrup på Fyen måste vara avsatt i israndens närhet, när sjön var uppdämd av denna och att lagerserierna såväl där som vid Alleröd identifierats med liknande lagerserier vid Bara och Svedala i Skåne. Fortsatta undersökningar synas emellertid vara nödvändiga för utredande av denna fråga.

År 1917 meddelade DE GEER ytterligare en del fjärrkonnektioner dels utefter de finiglaciala gränsmoränerna inom Sverige, Norge och Finland, dels utefter de gotiglaciala gränsmoränerna i Sverige och Danmark, av vilka senare han ansåg framgå, att de s. k. Allerödlagren på Bornholm måste vara närmare 2000 år yngre än de lika benämnda lagren på Fyen. Vidare ansåg han sig ha erhållit konnektion mellan Sverige och Nordamerika, visande att ett visst

stationärt israndläge därstädes vore att parallellisera med de gotiglaciala ändmoränerna i Sverige.

För att kontrollera denna uppfattning och närmare studera de i geokronologiskt avseende viktiga avlagringarna i norra Amerika företog DE GEER 1920—21 en resa dit, och i februari 1921 meddelade han, att han ansåg sig ha fått säker konnektion med den svenska tidsskalan.

Från den på exakta mätningar grundade DE GEERska geokronologien skilja sig de försök till beräkning av den senkvartära tidens längd, som gjorts av N. O. HOLST 1909 och av H. MUNTHE 1910, i det att de helt och hållet vila på rent teoretiska resonemang. De sinsemellan mycket olika siffror, som dessa beräkningar giva, ådagalägga klart den dem vidlådande osäkerheten. Särskilt må framhållas, att det måste anses absolut omöjligt att, såsom HOLST gör, av mäktigheten hos gyttje- och torvlager draga slutsatser rörande längden av den tid, som åtgått för deras bildning.

Issjöar.

Sedan det under senare hälften av 80-talet och början av 90-talet framför allt genom A. G. HÖGBOMS arbeten blivit utrett, att isdelaren i norra Sverige under istidens senaste skede legat långt öster om vattendelaren, vanns förklaringen till en del tidigare observerade strandlinjer och i samband med dessa förekommande sediment, i det att dessa måste ha bildats i sjöar, som uppdämts mellan fjällkedjans höjdkam och den i öster kvarliggande isresten, alltså i isdämda sjöar, eller kortare, issjöar. En del sådana bildningar hade även blivit närmare beskrivna av HÖGBOM.

Den första översiktliga framställningen av de centraljämtska issjöarna lämnades 1897 av GUNNAR ANDERSSON. Vidare beskrev A. GAVELIN 1900 issjöar i Ume älvs dal och 1906 issjöstrandlinjer från fjälltrakterna NV om Kvikkjokk. A. HAMBERG lämnade 1901 en redogörelse för issjöarna i Sarektrakten. Torneträskområdets issjöar blevo i detalj behandlade av O. SJÖGREN 1909.

Till geologkongressen 1910 utkom det viktiga arbetet »Norra Sveriges issjöar» av A. GAVELIN och A. G. HÖGBOM, där en sammanställning gavs över vad som då var känt om dessa. Nya detaljstudier över issjöarna i Norrland ha sedan lämnats 1913 och 1914, då G. FRÖDIN och KJ. ERIKSSON beskrevo sådana från Jämtland och J. FRÖDIN från Stora Lule älvs övre dal.

Beträffande södra Sverige hade G. DE GEER 1890 framhållit det faktum, att issjöar måste ha förekommit där, men först 1897 fram-

lades en undersökning av en sådan. Detta år beskrev nämligen A. HOLLENDER »Stråk-issjön», en issjö, uppdämd av den mot norr tillbakaryckande iskanten i en dalgång på norra sluttningen av det småländska höglandet, och 1899 lämnade samme författare en del notiser rörande Vätter-issjön. Efter HOLLENDER upptogs issjöstudierna i dessa trakter av H. MUNTHE, vilken vid sina kartbladsarbeten underkastade issjöarna där en ingående utredning, och till geologkongressen 1910 lämnade han i sina studier över södra Sveriges senkvartära historia en sammanfattande framställning över issjöarna därstädes, främst den sydbaltiska issjön, Vätter-issjön samt Falbygdens issjöar och de fenomen, som stodo i samband med dessas successiva avtappning. Slutligen har R. SANDEGREN 1918 beskrivit en del avloppsrännor, utbildade vid tappningen av en mindre issjö i Viskans dalgång.

De skånska issjöarna ha först på senare tid blivit uppmärksammade. Frågan om dem upptogs av A. H. WESTERGÅRD och O. BOBECK 1906 och av H. MUNTHE 1907. Den sistnämnde har ägnat dem en närmare utredning i beskrivningen till geologiska kartbladet Sövdeborg 1920.

Glacialerosionen.

Frågan om den glaciala erosionens inflytande på vår nuvarande topografi har varit föremål för stort intresse, och uppfattningarna härom ha varit ganska växlande. På 80-talet hade denna fråga varit uppe i samband med olika teorier om våra sjöbäckens uppkomst. Man hade då gent emot en äldre uppfattning, som förklarade sjöbäckena uppkomna genom glacialerosion, blivit tämligen enig om, att landisens eroderande verksamhet inom södra och mellersta Sveriges urbergsområde varit relativt obetydlig och att sjöbäckena uppkommit på annat sätt.

Genom studier av urkalkstenarnas topografi kom A. G. HÖGBOM 1899 till den uppfattningen, att denudationen genom inlandsisens avnötande verksamhet varit obetydlig, men att isen å andra sidan verkat lösbrytande på sådana ställen, där berggrunden varit starkt förklyftad. Å andra sidan framhöll han den fluvioglaciala erosionens betydelse, i det han påvisade dels en del erosionsföreteelser i lösa jordlager ovan högsta marina gränsen, vilka måste ha åstadkommits av isälvar, dels att de subglaciala isälvarna förmått att i fast berg åstadkomma ett betydande ursvarvnings- och avslipningsarbete, varpå han funnit vackra exempel bl. a. i Indalsälvens preglaciala dal vid Ragunda.

Beträffande speciellt de norrländska sjöarna uttalade O. Nordenskjöld 1900 den uppfattningen, att de vore slutna klippbäcken. K. Ahlenius, som undersökt de lappländska sjöarnas djupförhållanden, gav däremot 1901 följande förklaring till dessa sjöars uppkomst: dalarna, i vilka sjöarna ligga, ha urholkats genom preglacial floderosion. Vid istidens slut låg isresten kvar över sjöarnas nuvarande djupbäcken och hindrade dessas utfyllning, medan däremot dalarnas nedre delar blevo utfyllda av sen- och postglaciala lösa avlagringar, vilka sålunda dämt upp sjöarna. Av O. Sjögrens undersökningar vid Torne träsk framgick emellertid, att denna sjö intager ett verkligt klippbäcken, och 1909 uttalade han den uppfattningen, att detta uppkommit därigenom, att den preglaciala dalgången fördjupats genom glacial erosion.

Vid geologkongressen 1910 utvecklade A. G. Högbom vidare sin ovan refererade åsikt: den glaciala denudationen har inom de svenska urbergsplatåerna icke varit stor och har huvudsakligen koncentrerat sig på förklyftningszoner och spricklinjer, där den genom bortsopande och lösbrytande av material tillskärpt landskapets relief och på samma gång avslipat och avrundat de mindre detaljerna. Vidare höll han före, att de norrländska sjöarna till största delen uppdämmas av lösa jordlager och endast i ringa mån äro klippbäcken. Torne träsk, som ju är ett genom glacialerosion i avsevärd grad fördjupat klippbäcken vore ett undantag och i flera avseenden icke jämförbart med de övriga lappländska sjöarna. Slutligen framhöll han åter, att den fluvioglaciala erosionen däremot måste ha varit ganska betydande i de gamla floddalarna. Samtidigt gjorde O. Nordenskjöld gällande, att fjordarna, som ursprungligen varit floddalar, vidare utmodellerats och fördjupats genom glacial erosion. Denna uppfattning hade för övrigt A. Hamberg uttalat redan 1901. Vid kongressen framhöll den senare även, att den glaciala erosionen i fjälltrakternas dalgångar varit betydande. G. De Geer framhöll, ävenledes 1910, glacialerosionens selektiva karaktär. Fjordarnas och de lappländska sjöarnas primära ursprung vore enligt hans uppfattning spricközoner, uppkomna vid den våldsamma höjning Skandinavien undergått före istiden.

J. Frödin kom vid sina undersökningar i Stora Lule älvs dalgång 1914 beträffande de stora flata vidderna, som endast erbjudit obetydliga angreppspunkter, till samma uppfattning som Högbom, nämligen att iserosionen där varit obetydlig och huvudsakligen verkat avjämnande på de små ojämnheterna. Fjälltopparna och i all synnerhet dalgångarna ansåg han däremot ha varit utsatta för en högst betydande erosion. Sålunda fann han, att sjöarna tvärtemot Ahle-

NIUS' och HÖGBOMS åsikt, intaga verkliga klippbäcken, uppkomna genom glacial erosion, ehuru de nuvarande sjöytorna i någon mån uppdämmas av lösa avlagringar.

H. AHLMANN höll samma år gent emot HÖGBOM före, att glacialerosionen även inom urbergsplatåerna varit betydande. Kalkstenarna måste enligt hans tanke i preglacial tid ha varit djupare nedvittrade än graniterna och gnejserna, och då de förra efter nedisningen framstå som kullar, måste stora kvantiteter material av det senare slaget ha blivit bortförda. Beträffande iserosionen i dalgångarna kom han genom morfologiska studier i Indalsälvens dal till den uppfattningen, att isen ej nämnvärt fördjupat den preglaciala dalen, men väl vidgat densamma inom Ragundamassivets av starkt förklyftade bergarter uppbyggda område. I dalen nedanför detta hade däremot icke någon sådan utvidgande erosion kunnat göra sig gällande.

K. E. SAHLSTRÖM har vid studiet av klippformerna i Stockholms yttre skärgård funnit (1914), att de jämna, avslipade ytorna icke fortsätta över större hällpartier utan äro avbrutna av hak och ojämnheter. Han finner båda formerna vara glaciala och anser, att medan inlandsisens erosion genom avslipning varit ringa, den däremot genom bortplockning och lösbrytning icke blott på hällarnas läsidor utan även på deras stötsidor varit ganska avsevärd. De genom denna bortplockning uppkomna ojämnheterna benämner han ärr och finner, huru deras förekomst stå i direkt samband med bergarternas förklyftningssprickor, utefter vilka isen alltså efter hand lösbrutit större och mindre stycken av frisk bergart. Den första lösbrytningen av dessa block anser han ha skett genom under isen försiggången frostsprängning. Som slutresultat av undersökningen finner han, att iserosionens avjämnande inflytande varit underordnat i jämförelse med dess tillskärpande av reliefen i smått, varigenom bl. a. klippbäcken, större och mindre, uppkommit.

I ett arbete 1916 framställde W. WRÅK den hypotesen, att vissa som fluvioglaciala, senglaciala och postglaciala ansedda kanjonartade dalbildningar i fast berg vore äldre än sista nedisningen, eller sannolikt av interglacial ålder. Denna åsikt, som ju strider mot alla förut gjorda utredningar och förutsatte en ytterligt obetydlig glacialerosion, bemöttes 1917 av G. FRÖDIN.

Rörande den glacifluviala erosionen kan slutligen nämnas, att rännor, bildade genom denna, ytterligare beskrivits från Gottland av H. MUNTHE 1913 och från Norrland av B. HÖGBOM 1916, varjämte F. SVENONIUS 1918 lämnat bidrag till jättegrytornas morfologi och systematik.

Nutida glaciärer.

På glaciärforskningens område har i främsta rummmet A. HAMBERG nedlagt ett synnerligen omfattande arbete. Vidare ha under 1890- och första decenniet av 1900-talet våra glaciärer studerats av A. GAVELIN, F. SVENONIUS, J. WESTMAN och F. ENQUIST. Till geologkongressen 1910 utkom vår första glaciärmonografi, det stora sammanfattande arbetet »Die Gletscher Schwedens im Jahre 1908». Från tiden efter 1910, ha iakttagelser rörande glaciärerna lämnats av J. FRÖDIN 1915 och av F. ENQUIST 1917, varjämte deras systematik behandlats av O. NORDENSKJÖLD 1918.

Nivåförändringarna.[1]

Redan före 1896 hade G. DE GEER genom att upptaga en av T. F. JAMIESON framställd hypotes, vilken gick ut på att inlandsisen genom sin tyngd pressat ned jordskorpan och att denna vid isens avsmältning småningom sökte återtaga sitt förra läge, funnit den med fakta bäst överensstämmande förklaringen till den senkvartära landhöjningen, och vidare hade, främst genom hans och H. MUNTHES arbeten, huvuddragen av nivåförändringarna blivit utredda, varför han i »Skandinaviens geografiska utveckling efter istiden» icke blott kunde lämna en sammanfattande översikt över dessas allmänna förlopp utan även med kartor framställa de viktigaste skedena. De under här till behandling föreliggande tidsavsnitt fortsatta forskningarna på detta område ha sålunda kunnat koncentreras på insamlande av detaljobservationer, ägnade att fördjupa kännedomen om och giva större skärpa åt bilden av nivåförändringarna. Då DE GEER utgav nyssnämnda arbete förelåg ej material till uppdragande av isobaserna för den högsta havsgränsen i Norrland. Strax efter sedan arbetet ifråga utkommit, meddelade emellertid A. G. HÖGBOM en hel rad av noga avvägda observationspunkter för högsta marina gränsen därstädes samt en med ledning av dessa uppgjord isobaskarta för landhöjningen inom området. Det viktigaste resultatet härav var, att landhöjningen syntes ha varit större vid svenska kusten av Kvarken än längre in i landet. År 1898 hade G. DE GEER utfört flera nya bestämningar av M. G. i Norrbotten. I en uppsats, där han bl. a. kritiserade en del av

[1] När denna uppsats redan förelåg i tryckfärdigt manuskript, utkom A. G. HÖGBOMS stora arbete, »Nivåförändringarna i Norden, ett kapitel ur den svenska naturforskningens historia», där en uttömmande historik lämnas över denna gren av kvartärgeologien och därmed sammanhängande frågor.

Högboms siffror, vilka han ansåg vara för låga, sammanställde han sina siffror med sådana från Finland. Den vid denna sammanställning uppgjorda isobaskartan avvek från Högboms framför allt i det avseendet, att, medan denne lät t. ex. isobasen för 200 m:s landhöjning gå tvärs över Bottniska viken, drog De Geer denna isobas runt om vikens norra ända, därmed angivande att nämnda depression blivit mindre upplyftad än omgivande landområden.

Efter att ytterligare ha gjort en del nya bestämningar av M. G. i Norrland bemötte Högbom 1899 De Geers kritik. Dessutom meddelade han dels en tabell över samtliga vid denna tid utförda bestämningar av M. G. i denna landsdel, dels en på dessa grundad ny isobaskarta över det norrländska kustområdet. Å denna ha isobaserna i stort sett det förlopp och de värden, med vilka de allt sedan dess brukat framställas å dylika kartor. Året därpå besökte H. Munthe samma trakter. I stort sett stämde hans iakttagelser rörande M. G. bäst överens med Högboms, medan han ansåg De Geers siffror för höga. Han uppgjorde även en isobaskarta, vilken liksom Högboms tydligt framhåller, att M. G:s höjd över havet är störst vid kusten och sjunker inåt landet. Slutligen meddelade Högbom 1904 och O. Sjögren 1905 ännu en del nya siffror för M. G. i Norrland, vilka ytterligare bekräftade detta förhållande. Orsaken härtill är icke, att den absoluta höjningen varit mindre i inlandet än vid kusten, utan att, som R. Lidén 1913 för Ångermanland visat, landhöjningen vid tiden för isens avsmältning från denna trakt varit så hastig, att en stor del av inlandets absoluta höjning var fullbordad, innan detta blev isfritt och havet där kunde inrista sina strandmärken. En sammanfattande översikt över marina gränsen i Sverige lämnades, dels av den av Sveriges Geologiska Undersökning 1898 utgivna översiktskartan över de kvartära havsavlagringarnas område och vad södra delen av landet beträffar av G. De Geers karta över södra Sverige i senglacial tid (1910), vilken karta upptager alla då gjorda bestämningar av högsta marina gränsen. Av vad ovan sagts framgår, att denna karta icke visar fördelningen av land och hav under något visst skede av den senglaciala tiden, utan endast hur högt havet nått inom olika delar av landet under den, allt efter som isen smalt bort, mot norr successivt fortskridande landhöjningen.

De nivåförändringar, som ägt rum inom Östersjöområdet under Ancylus- och Litorinatiderna ha varit föremål för detaljerat studium främst av H. Munthe och N. O. Holst. Härvid fullföljdes av P. T. Cleve de i samarbete med Munthe påbörjade undersökningarna rörande Ancylus- och Litorinalagrens fossila diatomacéflora. Ett

på fakta rörande dessa frågor rikt arbete publicerades av HOLST 1899 och däri lämnade CLEVE en översikt över de postglaciala bildningarnas klassifikation på grund av deras fossila diatomacéer. A. HOLLENDER gjorde 1901 en sammanställning över förhållandet mellan människans första invandring till Sverige och nivåförändringarna. Utredandet av Ancylussjöns och Litorinahavets utbredning har fortsatts av MUNTHE, grundat på iakttagelser främst från Kalmartrakten (meddelade bland annat i beskrivningarna till de geologiska kartbladen) och från Gotland, men även från andra delar av landet, t. ex. Närke. Till geologkongressen 1910 utkommo hans tvenne sammanfattande arbeten över Gotlands och över södra Sveriges senkvartära historia. I det förstnämnda storslagna arbetet, som utförligt behandlar de flesta kvartärgeologiska problem, fastställdes bl. a. i detalj förloppet av Ancylus- och Litorinagränserna på Gotland, där markerade av utomordentligt vackra transgressionsvallar. Den geografiska utvecklingen inom det Baltiska bäckenet är enligt MUNTHE följande. När isranden drog sig tillbaka från södra Östersjöområdet stod Skåne via Danmark i fast landförbindelse med norra Tyskland, varför inom Östersjöbäckenet en isdämd sjö uppkom, den sydbaltiska issjön. Denna skulle under en kortare period erhållit förbindelse med Vita havet och då legat vid världshavets nivå (Zannichelliahavet), men vid fortsatt landhöjning ånyo uppdämts. När isranden nådde Billingens nordspets, avtappades den sydbaltiska issjön till Västerhavet, och Östersjön blev ett ishav, Yoldiahavet. Genom den fortsatta landhöjningen avstängdes emellertid så småningom havsförbindelsen över mellersta Sverige. Härvid uppkom Ancylussjön, vilken först hade sitt avlopp vid samma plats som de gamla sunden, men genom den fortsatta landhöjningen tvangs att transgrediera mot söder, varvid sjön erhöll avlopp i Öresunds- och Bälttrakterna. Vid tiden för Ancylussjöns maximitransgression anser MUNTHE, att sjöns vattenyta tillfölje en betydande landhöjning i söder legat högt ovan världshavets. Vid den sedan inträdande Litorinasänkningen sattes Östersjön åter i förbindelse med Västerhavet genom sunden i söder och erhöll salt vatten. Inom södra delarna av vårt land och mot norr upp till Gotlands och Smålands kuster markerar Litorinagränsen en verklig transgression av havet, vilken längre mot norr synes ekvivaleras endast av en retardation i landhöjningen. Från tiden för Litorinahavets maximistånd och fram emot nutiden har den sista landhöjningen pågått, ehuru den inom de södra delarna av landet sedan länge varit avslutad.

Det närmare förloppet av denna postglaciala landhöjning har i

Ångermanland studerats av R. Lidén och den ännu pågående landhöjningen vid Bottniska vikens kuster av A. Bygdén. J. V. Eriksson har i anslutning till de arkeologiska undersökningarna i Uppland i stora drag dels utrett landhöjningsförloppet därstädes under de olika förhistoriska perioderna, dels fastställt havsstrandlinjen inom landskapet under tvenne viktiga arkeologiska skeden, nämligen de uppländska stenåldersboplatsernas tid, »Åloppetid» och under ett skede från den yngre bronsåldern, »Hågatid».

Även på den svenska västkusten hade redan före 1896 konstaterats en postglacial sänkning svarande mot Litorinasänkningen, i det att flerstädes i Skåne och Halland lagerföljder iakttagits, vilka visade, att en tydlig transgression av havet ägt rum i postglacial tid. Vid studiet av skalbankarna i Bohuslän kom G. De Geer till en hel del viktiga resultat beträffande nivåförändringarna, vilka han framlade till geologkongressen 1910. Enligt denna framställning följde en landhöjningsvåg den tillbakavikande iskanten fram till de medelsvenska ändmoränerna. Därefter inträdde en särskild finiglacial landsänkning, vilken sedermera åter följdes av en landhöjning. Slutligen följde härpå den postglaciala sänkningen, vilken till sist följts av den sista landhöjningen. De Geers undersökningar av de bohusländska skalbankarna ha fortsatts av E. Antevs, vilken 1917 parallelliserade den finiglaciala sänkningens maximum med Ancylussjöns maximistånd inom Östersjöområdet. Enligt Antevs skulle Ancylussjöns vattenyta icke, såsom Munthe antog, legat högt över utan i nivå med havsytan och den finiglaciala sänkningen i Bohuslän och Ancylussjöns transgression vara ett och samma fenomen, en verklig landsänkning. Att Ancylussjön kunnat behålla sött vatten, förklarar han med att Öresund och Bälten, där förbindelsen med Västerhavet gått fram, på grund av dessa trakters höga läge under tidsskedet ifråga varit så smala och grunda, att intet salt vatten förmått intränga väster ifrån gent emot den kraftiga utströmning, som måste ha ägt rum tillfölje allt det smältvatten från inlandsisresten, som tillförts Östersjöbäckenet. De av Munthe såsom bevis för att Ancylussjön varit helt avstängd anförda submarina torvbildningarna i södra Östersjön, Öresund och Kattegatt anser Antevs icke nå tillräckligt stort djup för att kunna bevisa att så varit fallet.

Den av De Geer utarbetade och av honom och Antevs använda statistiska analysmetoden för undersökning av de fossila molluskerna i skalbankarna och dem över- eller underlagrande leror grundar sig på antagandet, att dessa lager bildats genom autokton pålagring av sediment, i vilka man alltså lager för lager kunde följa

molluskfaunans utveckling på en viss punkt och av denna faunas sammansättning draga slutsatser beträffande växlingar i vattnets djup, salthalt och temperatur på platsen i fråga under den tid sedimentationen där pågått. Denna uppfattning rörande skalbankarnas bildningssätt bestrides av bl. a. B. HALDEN 1920, vilken anser, att skalbankarna företrädesvis utgöras av distalt strandgrus, vilket genom havsvågornas verksamhet nedsvämmats från stranden till kanske flera 10-tal meters djup, varför molluskfaunan i skalbankarna enligt hans tanke icke alltid kan anses lämna säkra upplysningar om det djup, på vilket dessa bildats. Ej heller kan då en lera, som överlagrar en skalbank med grundvattensformer vara tillräckligt bevis för att en landsänkning inträffat. I samband härmed föreslår han, att de gängse termerna »djupvattenssediment» för finkorniga, »grundvattenssediment» för grövre mekaniska sediment utbytas mot respektive »lugnvattenssediment» och »ström-» eller »stridvattenssediment», i sådana fall då inga andra bevis finnas för de batymetriska förhållandena än de, som kornstorlek och lagerstruktur lämna.

G. DE GEER hade redan 1893 påpekat, att insjöarna i södra Sverige på grund av den olikformiga landhöjningen förskjutits mot söder, varför, om avloppet befinner sig i denna ända, stora arealer i deras forna norra delar torrlagts, medan i motsatt fall områden i söder blivit översvämmade. Talrika sydsvenska sjöars förskjutningar och gamla strandlinjer ha sedermera blivit undersökta och lämnat värdefulla bidrag till kännedomen om nivåförändringarna. Bland de forskare, som varit verksamma på detta område, må anföras A. GAVELIN 1907, H. MUNTHE 1910, R. SANDEGREN 1916 samt U. SUNDELIN 1917 och 1920. Samma betydelse har studiet av lutningen hos de strandlinjer, som utbildats av de isdämda sjöarna framförallt i Norrland, haft för kunskapen om den olikformiga landhöjningen i ovan högsta marina gränsen belägna trakter.

Av kännedomen om den allmänna lagen för de senkvartära nivåförändringarna framgick alltså, att Vänern under den sista landhöjningens successiva fortskridande måste ha stjälpts ut genom sitt i söder belägna avlopp. I »Skandinaviens geografiska utveckling efter istiden» lät därför G. DE GEER å kartan 6 (»Under stenåldern: den sista landsänkningen vid sin gräns.») Vänern täcka betydande delar av södra Värmland. Förekomsten av postglaciala sötvattenssediment inom Väneromrädet (vid Kristinehamn och i närheten av Mariestad) konstaterades 1899 av N. O. HOLST och P. T. CLEVE.

Då under de senare åren Sveriges Geologiska Undersöknings kartbladsarbeten förlagts till Vänerns omgivningar, har frågan om denna sjös postglaciala nivåförändringar blivit föremål för en när-

mare utredning. Uppslaget härtill var, att L. VON POST vid arbeten å geologiska kartbladen Lidköping och Säffle samt sedan vid översiktsresor uppåt västra Värmland fann en markerad strandlinjenivå »den postglaciala Vänergränsen» samt i anslutning till och nedanför denna en postglacial sedimentserie, ofta av en egendomlig finsandig eller mjälig beskaffenhet. Av flera orsaker anser han strandlinjen i fråga vara till tiden ekvivalent med Litorina-Tapesgränsen. Ett av skälen härför är förekomsten av en annan, ofta mycket väl utbildad, men hittills icke i detalj följd strandlinje belägen högre än Vänergränsen i ungefär samma relation till denna som Ancylusgränsen till Litorinagränsen inom angränsande delar av det baltiska området. VON POST anser denna högre strandlinje ekvivalera Ancylusgränsen och finner sig därför böra antaga, att Ancylustransgressionen åtminstone till en del beror på ett allmänt avbrott eller återslag i landhöjningen.

Undersökningarna av Vänergränsen och Vänersedimenten ha sedermera i anslutning till VON POSTS undersökningar och i samarbete med honom fortsatts av R. SANDEGREN inom Vänerns östra och norra kusttrakter samt på Värmlandsnäs. Av VON POSTS och SANDEGRENS ännu ej slutförda undersökningar, vid vilka Vänersedimentens diatomacéflora studerats av A. CLEVE VON EULER, har framgått, att Vänergränsen, som vid Göta älvs utlopp ur Vänern ligger 2 *m* över dennas nutida medelhögvattenstånd, i stort stiger successivt mot norr, så att den i Fryksdalen ligger c:a 40 *m* över samma nivå. I smått uppvisar emellertid strandlinjens absoluta höjd en del oregelbundenheter, vilka stå i ett påtagligt samband med områdets tektonik. Vänerområdets berggrund uppbygges av en serie i ungefär norr till söder utsträckta ribbor eller block, skilda från varandra av i samma riktning löpande förkastningar och sprickdalar. Vid dessa tektoniska brottlinjer framträda på många håll verkliga språng i isobassystemet. Då det icke finnes anledning betvivla strandlinjens synkronitet inom området, framgår det av strandlinjenivelleringarna, att vid den sista landhöjningen skållorna mellan de stora dislokationslinjerna höjts ojämnt, så att den ena kanten lyfts mera än den andra. Vidare synes Vänerbäckenets centrala del ha blivit efter vid höjningen. Denna våldsamma sönderbrytning av jordskorpan här i så sen tid är icke så förvånande, om man besinnar, att området är ett av dem, som uppvisa den största nutida jordskalvsfrekvensen i vårt land.

De postglaciala Vänersedimenten äro sötvattensbildningar, karakteriserade av en diatomacéflora nästan identisk med Ancylussjöns (arenariaflora). De äro alltså avsatta i ett stort bäcken med klart

vatten. På låga nivåer vila de på och visa successiv övergång från brackvattensleror, avsatta i Vänerfjorden före dennas isolering från Västerhavet. På högre nivåer däremot vila de diskordant på varvig ishavslera. Detta och en del andra förhållanden synas möjligen tala för, att Vänern redan under ett tidigt postglacialt skede varit utsatt för en mer eller mindre långt gången utstjälpning mot söder Vänergränsen skulle då markera en särskild transgression, framkallad av en tillbakastjälpning av sjön mot norr »den postglaciala landsänkningen». Därefter skulle sjön vid den sista landhöjningen åter ha stjälpts ut mot söder.

Postglaciala klimatförändringar samt växt- och djurvärldens utveckling.

Intresset för utredande av klimatets förändringar samt vegetationens utveckling under postglacialtiden har varit ett av de mera framträdande dragen i de senare årtiondenas kvartärgeologiska forskning. För vinnande av upplysningar om dessa spörsmål ha i främsta rummet våra torvmossar och kalktuffer varit föremål för undersökning. Stora framsteg ha gjorts på området, trots eller kanske just tack vare att ytterst starkt mot varandra stridande meningar gjort sig gällande beträffande såväl undersökningarnas metoder som tolkningen av deras resultat.

Torvmossundersökningar hade redan under slutet av 80- och förra hälften av 90-talet med iver bedrivits i främsta rummet av Gunnar Andersson och Rutger Sernander. Den förre arbetade efter en av Japetus Steenstrup i Danmark först använd metod, vilken metod vidare utvecklades av Andersson. Enligt denna insamlades ur lager efter lager de i torvmossarna bevarade fossilen och med ledning av dessa vanns sedan upplysningar om växternas invandring och klimatets förändringar under tiden för de undersökta mossarnas bildning. Tidsbestämningar vunnos genom anknytning till nivåförändringarna. Mossarnas lagerföljder indelades efter vissa ledfossil i Dryas-zon, björk-zon, furu-zon, ek-zon och gran-zon, varje zon motsvarande en period i florans utveckling, inledd av vederbörande trädslags invandring. Det samlade resultatet av sina mångåriga forskningar framlade Andersson i sin 1896 utgivna »Svenska växtvärldens historia». Med vilket stort intresse detta vårt första och hittills enda stora sammanfattande arbete över hithörande frågor möttes, framgår därav att det redan samma år utkom i en andra tillökad upplaga. Av stor betydelse även för Sverige var samme författares efter liknande plan lagda arbete över Finlands torv-

mossar och fossila kvartärflora, vilket utkom 1898. Särskilt värdefulla äro de i detta arbete lämnade talrika avbildningarna av kvartära växtfossil.

Sernander åter upptog en av norrmannen Axel Blytt framställd teori om växlande perioder av torrt och fuktigt klimat och gav densamma en klar och koncis form i det bekanta s. k. Blytt-Sernanderska klimatväxlingsschemat. Undersökningarna av torvmossarna enligt Sernanders metod gingo ut på fastställandet av den växtformation, som givit upphov till varje enskilt lager, dettas s. k. moderformation. Den mer eller mindre hydrofila karaktären hos de olika lagrens moderformationer gåvo upplysningar om mossarnas utvecklingshistoria och om de förändringar i klimat och nederbördsförhållanden, som enligt teorien ägt rum och betingat utvecklingen. Viktigast var för Sernander de i mossarnas lagerföljd uppträdande »stubblagren», vilka skulle härstamma från de torra perioderna. Det Blytt-Sernanderska schemat erhöll småningom följande utseende:

Arktisk och subarktisk period, den förra motsvarande G. Anderssons Dryastid.

Boreal period, varm och torr, motsvarande Ancylustiden.

Atlantisk period, varm och fuktig, fallande omkring Litorinahavets maximistånd.

Subboreal period, varm och torr, nående fram till bronsålderns slut.

Subatlantisk period, började med hastig klimatförsämring, kall och fuktig, sträckande sig från järnålderns början fram emot nutiden, vilken sistnämnda åter skulle vara något torrare.

Vidare införde Sernander begreppen »den postglaciala värmetiden» innefattande de boreala, atlantiska och subboreala perioderna samt »den postglaciala klimatförsämringen», vilken inträdde vid den subatlantiska periodens början. Dessa termer ha varit synnerligen viktiga för uppklarandet av begreppen och åskådningarna rörande postglacialtidens klimathistoria.

Sernander och med honom bl. a. K. Kjellmark sökte alltså ställa klimatets och växtvärldens förändringar i samband icke blott med nivåförändringarna utan även med de arkeologiska perioderna, vartill ledning erhölls genom fynd av fornsaker i torvlagerföljderna.

Som en oerhört viktig komplettering till de ofta knapphändiga upplysningar, som lämnades av de makroskopiskt identifierbara växtrester, vilka uppbygga torvmossarna, kom under denna tid den på G. Lagerheims arbeten grundade kännedomen om den fossila mikrofloran.

Gunnar Andersson hade redan under början av 90-talet angripit den Blytt-Sernanderska klimatväxlingsteorien och i flera arbeten sökt visa, att denna vore alldeles otillräckligt grundad och icke motsvarades av fakta. Detta angrepp ledde till en ytterst häftig polemik mellan honom och Sernander. Den meningsskiljaktighet mellan de båda nämnda forskarne, som häri tog sig uttryck, kvarstod alltjämt under de följande decennierna. I en rad av arbeten av såväl kvartärgeologiskt som botaniskt innehåll förfäktade Sernander klimatväxlingsteorien. Från Gunnar Anderssons hand må från denna tid främst anföras den stora monografien »Hasseln i Sverige fordom och nu» utgiven 1902. Han kom här till det resultatet, att temperaturen under vegetationsperiodens senare del vid tiden för hasselns största utbredning i vårt land varit 2,4° C varmare än nu. Denna tidpunkt ansåg han sannolikt ha inträffat något före Litorinahavets maximistånd. Beträffande klimatförsämringens orsak anslöt han sig till N. Ekholm, som 1899 sökt förklara denna ur de långperiodiska ändringarna i jordaxelns lutning mot ekliptikan. Enligt dessa astronomiska beräkningar skulle det värmemaximum, då enligt Andersson och Ekholm hasseln haft sin största utbredning, ha inträffat för 9,100 år sedan. Vid jämförelse med De Geers kronologi framgår emellertid att dessa beräkningar tillmätte den postglaciala tiden en alltför stor längd, och att alltså de nämnda astronomiska förhållandena icke kunnat orsaka klimatförändringen i fråga.

Den smittande entusiasm Sernander i tal och skrift lade i dagen för de torvgeologiska och klimathistoriska forskningarna förmådde åtskilliga personer att igångsätta detaljundersökningar för att pröva hållbarheten av hans teorier. Bland dessa märkas Lennart von Post, som i »Norrländska torfmossestudier» 1906, rörande klimatväxlingarna anslöt sig till Sernanders uppfattning och gent emot Gunnar Andersson gjorde gällande, att det varma klimatet fortfarit ännu under subboreal tid, när blott ett par 10-tal procent av landhöjningen återstod. För övrigt framlades i detta arbete de grundläggande dragen för den närmare kännedomen om de norrländska myrarnas uppkomst och utveckling. Även Axel Gavelin kom vid sina studier över de postglaciala nivå- och klimatförändringarna på norra delen av det småländska höglandet (1907) till med Sernanders uppfattning överensstämmande resultat.

Å andra sidan angreps den Sernanderska klimatväxlingsteorien av E. Haglund, vilken i arbeten 1907, 1908 och 1909 dels förnekade klimatväxlingarna och av dem framkallade förändringar i sjöarnas vattenstånd, dels sökte göra gällande, att de stubblager,

som ofta anträffas under Sphagnumtorv, icke härröra från skogar, dödade genom försumpning vid den fuktiga subatlantiska periodens inträdande utan från sådana, vilka i sen tid ödelagts genom kyttning och skogsbrand, som medfört dödbränning av torven. Härav skulle ha följt försumpning, dels genom *Sphagnas* inträngande på grund av dödbränningen, dels och framför allt tillfölje upphörandet av skogens dränerande inflytande på marken. Denna teori generaliserade han sålunda, att våra högmossar i allmänhet skulle ha uppkommit på detta sätt och fann bevis härför i fynd av kol i stubblager under Sphagnumtorv. SERNANDER sökte i avhandlingar 1908 och 1909 gendriva HAGLUND och förfäktade gent emot honom klimatväxlingsteorien. En central ställning i denna diskussion intog frågan om Hornborgasjöns och omgivande torvmarkers utvecklingshistoria, varom mera nedan.

Till geologkongressen 1910, då i en särskild publikation med bidrag från alla länder frågan om postglaciala klimatväxlingar upptogs till behandling, framlade åter såväl SERNANDER som GUNNAR ANDERSSON i flera sammanfattande arbeten och i synnerligen skarp form sina alltjämt ytterst oförenliga uppfattningar i dessa frågor. Medan den förre kämpade för klimatväxlingsteorien, sökte den senare att ett efter annat vederlägga de stöd, som andragits för densamma, hävdande att det enda man säkert visste om klimatväxlingarna var, att en hastig klimatförbättring inträtt vid istidens slut, möjligen med mindre oscillationer bl. a. efter den s. k. Allerödtiden, att klimatoptimum inföll under Litorinatiden och att från och med Litorinahöjningens inträdande temperaturen började långsamt sjunka. Speciellt framhöll han därvid, dels att mossarna nästan aldrig innehålla mer än ett stubblager i stället för två eller flera, som teorien krävde, dels att stubblager i torvmossar och på sjöars botten i och för sig intet bevisa rörande alternerande torra och våta perioder. Till GUNNAR ANDERSSONS uppfattning beträffande klimatoptimets placering anslöt sig H. MUNTHE i »Gottlands senkvartära historia».

Ett stort framsteg i torvmoss- och klimatforskningen betecknar L. VON POSTS ävenledes till geologkongressen utkomna studier över torvmossar i Närke. Detta är den första i detalj genomförda undersökningen över ett större område. Äldre forskare hade låtit sig nöja med stratigrafisk undersökning i en dimension (nedifrån och upp) på en eller några få punkter i varje mosse, medan dessa punkters inbördes sammanhang i ingen eller ringa mån brukat utredas. VON POST klarlade emellertid mossarnas stratigrafi i två dimensioner genom att utefter en linje undersöka lagerföljden på ett

så stort antal än tätare än glesare liggande sinsemellan noggrant avvägda punkter, att korrekta sektioner genom mossarna erhöllos. Genom bestämmande av »granpollengränsen» i lagerföljderna åvägabragte han en för alla mossarna samtidig lednivå, vars ålder daterades arkeologiskt och i relation till landhöjningsförloppet. Vidare indelade han torvslagen systematiskt, delvis efter C. A. WEBER, i limniska, telmatiska, semiterrestriska och terrestriska samt införde i torvmossforskningen begreppen »vattenståndsamplitud» och »limnotelmatisk kontakt», varigenom sambandet mellan mossarnas stratigrafi och fornsjöarnas hydrografi klarlades. Härigenom erhölls ett säkrare grepp på problemen än någonsin förut varit möjligt, och resultaten blevo i samma mån tillförlitligare. Undersökningens facit gav ett övertygande belägg för den SERNANDERska klimatväxlingsteorien.

Den verkliga behållningen av geologkongresspolemiken mellan GUNNAR ANDERSSON och SERNANDER var, att det blev klarlagt, att de äldre undersökningar, vilka lågo till grund för diskussionen, till stor del voro allt för ofullständiga, för att man av dem skulle kunna vinna en kunskap om mossarnas lagerföljd och utvecklingshistoria, tillräcklig för dragande av säkra slutsatser beträffande växlingar i klimatet. L. VON POSTS Närkesundersökningar gåvo anvisning på arbetsmetoder, med hjälp av vilka det var möjligt att ernå ett fastare underlag för bedömande av dessa frågor.

Delvis efter dessa riktlinjer igångsatte SERNANDER och hans lärjungar en rad av nya detaljundersökningar. De närmaste åren efter geologkongressen rörde sig diskussionen ännu mest om frågan, när det postglaciala klimatoptimet inföll. Sålunda utkommo 1911 ett par arbeten av SERNANDER och ett av F. JONSSON behandlande detta ämne. JONSSON kom härvid i likhet med SERNANDER till det resultatet, att klimatförsämringen inträffat vid övergången mellan brons- och järnåldern.

L. VON POST beskrev i ett arbete 1913 svenska högmossar med sådan tvådelad lagerföljd, som av C. A. WEBER visats karakterisera nordvästra Tyskland, men dittills knappast beaktats i Sverige, nämligen en yngre och en äldre Sphagnumtorv skilda från varandra av den s. k. »gränshorisonten». Den yngre Sphagnumtorven visar han vara subatlantisk, gränshorisonten betecknar en större eller mindre stratigrafisk lucka under sista delen av subboreal tid, medan den äldre Sphagnumtorven i allmänhet är subboreal eller vad nedersta delen därav beträffar äldre. Härmed avvisas definitivt HAGLUNDS hypotes om våra högmossars uppkomst i sen tid genom kyttning och skogsbrand.

R. Sandegren redogjorde 1915 i anslutning till De Geers kronologi för vegetationens invandring och klimatutvecklingen i Ragundadalen i Jämtland. Redan 600 år efter inlandsisens bipartition hade björk-tallskogen invandrat dit och ytterligare 600 år senare så värmefordrande arter som alm och *Stachys silvatica*. Under de följande 2000 åren, eller så långt de varviga sjösedimenten räcka, rådde värmetidens flora, karakteriserad utom av de tvenne ovan nämnda arterna av hassel, *Carex pseudocyperus*, *Lycopus europæus* m. fl. Därefter inträdde en period med lägre vattenstånd i Ragundasjön. Under denna period bildades torvmossar i sänkor på då torrlagda delar av den gamla sjöbottnen, och granen började uppträda inom området. Detta skede parallelliserades av Sandegren med den subboreala perioden. Sedermera följde med den subatlantiska periodens inträdande åter stigning av vattenståndet, och den värmefordrande floran försvann.

Samma år utkom ett arbete av G. Samuelsson, där han, utgående från relationen mellan högsommartemperaturen och vegetationsperiodens längd vid hasselns nutida klimatiska nordgräns sökte fastställa arten och storleken av den klimatförändring, som förorsakat hasselgränsens och andra växtgeografiska gränslinjers tillbakagång. Han fann härvid, att en sänkning av högsommartemperaturen av c:a 1,5 ° C och en förkortning av vegetationsperioden med c:a 15 dagar vore tillräcklig för att förklara alla kända förskjutningar mot söder och nedåt av växtgeografiska gränslinjer inom Skandinavien.

R. Sandegrens undersökning av Hornborgasjön (1916) bekräftade i allt väsentligt Sernanders tidigare uttalade uppfattning om sjöns och torvmarkernas utvecklingshistoria och visade tydligt och klart ohållbarheten av Haglunds tolkning även av detta av honom jämförelsevis detaljerat studerade område. Samma år utkom L. von Posts viktiga arbete om sydsvenska källmossar. Efter ett inledande kapitel om torvmossarnas systematiska indelning, visar han, att källmossarna i sin lagerföljd nästan schematiskt avspegla samtliga de Blytt-Sernanderska klimatväxlingarna, alltså även en uttorkning under boreal tid.

I detta arbete kom för första gången pollenanalysmetoden till användning för datering och parallellisering av torvlagerföljderna. Metoden hade redan i princip skisserats av N. O. Holst efter G. Lagerheim 1909, men har vidare utarbetats av von Post. Den framlades av honom i tvenne föredrag 1916 dels inför Geologiska Föreningen i Stockholm dels inför 16:de skandinaviska naturforskaremötet i Kristiania. På grundvalen av ett stort material från hela

södra Sverige visade han, att trädpollenfloran i torvlagerföljderna i stort företer sådana regelbundna förskjutningar i sin relativa sammansättning, att man med stöd därav kan känna igen och parallellisera åtskilliga nivåer i mossarna inom detta område, och att kurvorna på »diagrammen» från olika delar av samma mosse eller från olika mossar i samma trakt ofta kunna konnekteras med varandra. Torvlagerföljdernas parallellisering lager för lager bliver härigenom möjlig, likaså datering av oklara lagerföljder med hjälp av otvetydiga närliggande. En säker lednivå, fyndet av en fornsak o. s. v. kan med denna metod »spridas» till en hel trakts mossar och omvänt kan en lös, sedan länge i museum förvarad fornsak från en mosse dateras genom analys av å densamma kvarsittande torvrester. Med denna metod öppnades alltså nya möjligheter för en noggrann datering av torvmossarnas lagerföljder i förhållande till florans invandring, nivåförändringar, arkeologiska perioder o. s. v. Vid alla senare torvmossundersökningar har också pollenanalysmetoden kommit till användning i större eller mindre utsträckning.

von Post försökte även att med stöd av pollendiagrammen rekonstruera skogsträdens invandring och våra skogars utvecklingshistoria. Bland huvudresultaten härav må nämnas att värmetidens karaktärsarter invandrat till södra Sverige, medan ännu den subarktiska floran befann sig i utdöende, att den Steenstrup-Anderssonska »talltiden» försvinner ur den utvecklingshistoriska bilden samt att gran och bok efter att synnerligast under värmetidens senaste del hava nått en mer eller mindre sporadisk utbredning, i och med den postglaciala klimatförsämringen börjat hastigt arbeta sig fram mot sin nutida dominerande plats i södra och mellersta Sveriges skogssamhällen.

Beträffande dessa av pollendiagrammen dragna slutsatser framhåller von Post, att så länge man saknar konstanter dels för de olika trädslagens relativa pollenproduktion, dels för den olika grad, i vilken deras pollen sprides, man icke har rätt att i pollenprocentsiffrorna söka ett adekvat uttryck för skogsbeståndens relativa sammansättning, men väl för frekvensförskjutningarna skogstyperna emellan. Att pollenfrekvensernas relativa tal icke äro användbara som uttryck för den procentuella sammansättningen av de skogar, som alstrat pollenet, har ytterligare understrukits av H. Hesselman. Därjämte anser denne på grund av utförda undersökningar, att en stor del av det i torven bevarade pollenet transporterats lång väg med vinden och alltså icke härstammar från den närmast omgivande skogen. Särskilt skulle enligt hans uppfattning den genom pollendiagrammen konstaterade regelbundna förekomsten av

granpollen i mycket låg frekvens i äldre postglaciala lager böra tillskrivas långflykt och icke, såsom von Post för sin del velat anse sannolikt, en sparsam förekomst av trädet inom landet redan under värmetidens äldre delar. Till stöd för sin uppfattning kan emellertid von Post peka på en del fynd av makroskopiska granlämningar i gamla lager, bland vilka särskilt bör nämnas fyndet av granved i en finiglacial grusavlagring vid Fryksta i Värmland.

De senaste åren utmärka sig för regional undersökning av torvmarker. Sålunda utkom 1917 B. E. Haldens arbete över torvmossar inom Hälsinglands Litorinaområde och U. Sundelins över fornsjöarnas och mossarnas utveckling i Småland och Östergötland 1917 och 1919. Båda dessa författare funno bekräftelse för de Sernanderska klimatväxlingarna. Halden framhåller emellertid kalkhaltens i marken, speciellt skalbankarnas, betydelse för sådana växter som hassel, *Carex pseudocyperus* och *Najas marina*, varför han anser deras tillbakagång inom området huvudsakligen bero på en »ståndortsförsämring» på de lägre nivåerna och icke på klimatförsämringen. Sundelin har genom A. Cleve von Eulers diatomacéundersökningar kunnat påvisa den begynnande saltkoncentration i vattnet hos den boreala tidens tidtals avloppslösa sjöar, som av A. G. Högbom 1916 efterlystes från den subborealas. Högbom riktade för övrigt i det nyssnämnda arbetet en synnerligen hälsosam kritik emot de svaga punkterna i bevisföringen för den Sernanderska teorien.

Slutligen bör i detta sammanhang nämnas den nu pågående av Sveriges Geologiska Undersökning utförda förrådsstatistiska undersökningen av torvmarkerna inom Göta- och Svealand utom Dalarna. Denna undersökning har visserligen huvudsakligen praktiskt syfte, men det under densamma insamlade materialet äger jämväl ett synnerligen stort vetenskapligt värde. Bland annat insamlas vid torvinventeringen systematiskt provserier från representativa torvlagerföljder av alla slag inom landets olika delar. Denna provsamling, som för närvarande innefattar över 19 000 prov, kommer att bliva av mycket stort värde för det fortsatta utforskandet av torvmossarna och de vid dem knutna problemen. Detta material har också redan kommit till användning dels vid von Posts pollenstatistiska undersökningar, dels i smärre arbeten av t. ex. R. Sandegren, G. Erdtman och G. Lundqvist 1920.

En fråga, som för kännedomen om den postglaciala klimatförsämringen varit av stor betydelse, är nedgången av trädgränserna i våra fjälltrakter. Denna har behandlats av A. Gavelin, R.

SERNANDER, A. HAMBERG, G. SAMUELSSON, TH. C. E. FRIES, J. FRÖDIN, H. SMITH och T. Å. TENGWALL.

De norrländska kalktufferna hade redan på 80-talet undersökts av A. G. NATHORST och 1890 av R. SERNANDER. År 1897 beskrevos några kalktuffer från Närke av K. KJELLMARK. Sedan de jämtländska kalktufferna 1899 åter behandlats av SERNANDER, vilken ansåg dem bildade under den atlantiska perioden, och kalktuffen vid Skultorp i Västergötland samma år beskrivits av M. HULT och tolkats enligt den SERNANDERska klimatväxlingsteorien, blev intresset för kalktufferna mycket aktuellt. C. KURCK beskrev Benestadstuffen och en del andra skånska tuffer, K. KJELLMARK några jämtländska och T. HALLE en kalktuff från Gotland, i vars lagerföljd han fann bevis för klimatväxlingarna. Kalktufferna behandlades även i klimatdiskussionen vid geologkongressen 1910. Senare ha de jämtländska kalktufferna ånyo undersökts av HALLE 1915, varvid han konstaterade, att *Dryas* och *Hippophaë* förekomma endast i de understa delarna av dessa tuffer och alltså enligt hans uppfattning representera den första flora, som från väster koloniserade området under israndens återtåg mot öster. Detta arbete innehåller även en historik över de jämtländska kalktuffernas utforskande och deras betydelse i frågan om klimatet och florans invandring. Slutligen bör SERNANDERS sammanfattande arbete »Svenska kalktuffer» (1915—1916) anföras, i vilket särskilt kalktuffernas bildningssätt ingående belyses.

GUNNAR ANDERSSONS angrepp mot den BLYTT-SERNANDERska klimatväxlingsteorien gav som ovan visats impulsen till en hel rad detaljundersökningar. Vid dessa anlades åtskilliga nya synpunkter, och kommo nya metoder, som gåvo större precision åt arbetet, till användning. Härvid kommo många gamla misstag och feltolkningar i dagen, men varje sådan slutförd självständig undersökning har givit bekräftelse åt huvuddragen i den SERNANDERska klimatväxlingsteorien. Dessutom ha en mängd nya fakta tillkommit, vilka givit en fylligare, mindre schematisk bild av postglacialtidens klimatologiska och växtgeografiska historia. En sådan djupare, mera differentierad framställning av klimatutvecklingen ha framför allt VON POSTS arbeten givit. Såsom exempel härpå må nämnas, att han 1920 finner det troligt, att den boreala tidens klimat varit av maritim typ och att detta havsklimat i tämligen normal form härskat inom södra Sveriges västra delar. Den intensiva boreala uttorkningen inom östra Sverige vill han tillskriva inverkan av de från den norrländska isresten utgående vindarna, vilka befordrat avdunstning och insolation inom detta område sommartiden.

Den »postarktiska värmetiden» finner han vidare kunna uppdelas i två beträffande klimattypen skilda huvuddelar: 1) en tidig del, motsvarande den boreala perioden, karakteriserad av att *Cladium mariscus*, gynnad av det maritima klimatet med milda vintrar, då nådde sin största frekvens i vårt land, samt 2) en senare del motsvarande den subboreala perioden, karakteriserad av att *Trapa natans*, gynnad av denna tids varma kontinentala klimat, då hade sin största utbredning mot norr. Detta förhållande, nämligen att *Cladium* och *Trapa* i sitt uppträdande inom värmetiden hava sina tyngdpunkter inom tydligt skilda delar av denna, motsvarar fullständigt deras nutida fördelning inom Europa, i det *Cladium* här har tydligt västlig, maritimt betonad utbredning, medan *Trapa* kan sägas vara en av karaktärsväxterna för de sydostliga kontinentala områdena. Det atlantiska skedet, under vilket klimatet även i öster varit rent maritimt, skulle ha bildat en övergångsperiod mellan de båda nyssnämnda. Den boreala periodens maritima klimat i de sydvästra delarna av vårt land har enligt VON POST gynnat uppkomsten av vidsträckta hasselskogar där under denna tid.

Av R. SANDEGRENS undersökning över *Najas flexilis* (1920) framgick, att denna växt ansluter sig till *Cladium* såväl såsom fossil i vårt land, där den nästan endast anträffats i lager från boreal tid, som genom sin nutida nordvästeuropeiska utbredning. Av dessa tre växter är det sålunda endast *Trapa* (behandlad av C. MALMSTRÖM och U. SUNDELIN 1920), vars tillbakagång i vårt land huvudsakligen får skrivas på den postglaciala klimatförsämringens konto, medan *Cladium* och *Najas flexilis* hade sitt optimum under den boreala tidens speciella klimatförhållanden och redan vid denna tids slut började slå till reträtt. Härav framgår, som VON POST påpekat, att man icke torde kunna tala om något enhetligt »klimatoptimum». Under värmetiden ha olika växter var och en efter sina speciella fordringar under olika skeden funnit de gynnsammaste villkoren för sin trevnad.

Beträffande faunans invandring till och utveckling i vårt land, äro de fossila dokumenten härom med undantag för molluskerna, sparsammare än rörande floran. Den fossila molluskfaunan har studerats av H. MUNTHE, G. DE GEER, R. HÄGG, N. ODHNER och E. ANTEVS. Fynd av fossila ryggradsdjur ha närmare beskrivits av bl. a. N. O. HOLST, H. MUNTHE, R. SERNANDER, E. LÖNNBERG och C. KURCK. En del märkligare fynd torde här böra omnämnas. I Västgötaslättens ishavslera har *Yoldia arctica* och andra ishavsmollusker anträffats på ett flertal platser belägna under 120 *m:s*

höjdkurvan. Vidare äro i ishavslera i Västergötland funna grönlandssäl och storsäl, grönlandsval samt kolja. Dessutom lämnade H. Munthe 1914 en sammanställning av äldre och nyare fågelfynd i senglaciala lager från olika delar av landet. I Litorinalera vid Skattmansö har anträffats ett skelett av piggvar. Kärrsköldpaddans forna utbredning i Sverige och angränsande länder behandlades av C. Kurck 1917. Bland de talrika fynden av däggdjur i torvmossar torde särskilt böra framhållas landbjörn från Skåne samt uroxe från Skåne och Öland. Fynden av mammut och myskoxe ha redan omnämnts i samband med de interglaciala bildningarna.

De i våra sjöar och vid våra kuster levande ishavsrelikterna ha behandlats av S. Ekman, L. A. Jägerskiöld och N. von Hofsten.

Postglacial geomorfologi.

I »Skandinaviens geografiska utveckling efter istiden» har G. de Geer utförligt redogjort för de geologiska processer, som äro verksamma inom isens, havets och landets respektive områden. Forskningarna rörande glacialerosionen under den senaste 25-årsperioden ha ovan behandlats. Det återstår att i korthet omnämna en del undersökningar över de omdanande krafternas verksamhet inom vårt land efter istiden.

Bland de arbeten, som särskilt behandla flodernas eroderande och ackumulerande verksamhet samt de former, vilka härvid uppstå, böra först och främst nämnas S. de Geers stora arbete över Klarälvens serpentinlopp och flodplan 1911 samt H. Ahlmanns över Ragundasjöns geomorfologi 1915. A. Hamberg hade tidigare studerat den postglaciala erosionen och ackumulationen inom Rapaätnos dal i Lappland. Vidare ha Dalälvens utskärningar nedanför Älvkarlebyfallen och de egendomliga nipdalarna vid Säter, vilka A. G. Högbom 1901 fäste uppmärksamheten på, närmare studerats av S. de Geer. Ett arbete av Ahlmann behandlande mekaniken vid materialtransporten och flodloppets utveckling utkom 1914. Storleken av den postglaciala floderosionen i fast berg, vilken tidigare med exempel belysts av bl. a. A. G. Högbom och H. Ahlmann (Döda fallet) har 1916 diskuterats av W. Wråk och 1917 av G. Frödin.

Vågornas eroderande och ackumulerande verksamhet vid stränderna samt sjöisens inflytande på dessas former har ingående beskrivits från småländska sjöar av J. P. Gustafsson 1904 och från

Torne träsk av O. SJÖGREN 1909. Strandzonens allmänna morfologiska utveckling avhandlades och belystes med en undersökning över morfologien inom den uttappade sjön Arpojaure i Torne lappmark i tvenne arbeten av H. AHLMANN 1914. De av havet i postglacial tid utskulpterade raukarna och strandgrottorna på Gotland ha i flera arbeten beskrivits av H. MUNTHE och den postglaciala abrasionen vid Hallandsås och Kullen av H. AHLMANN 1916.

Flygsandsbildningar ha beskrivits av bl. a. A. G. HÖGBOM, A. NILSSON, H. HESSELMAN, H. MUNTHE, I. HÖGBOM, K. SANDLER och G. LUNDQVIST. H. HEDSTRÖM meddelade 1903 i en uppsats »Om konstgjord framställning af vindnötta stenar» resultaten av en del försök att med tillhjälp av sandbläster efterbilda sådana. Vid dessa experiment lyckades han å stenarna erhålla alla de fenomen, som uppträda å vindnötta stenar inom flygsandsområdena.

Spetsbergen.

I vetenskapligt avseende kan Spetsbergen betraktas som en svensk koloni. Visserligen ha de svenska vetenskapsmännens arbeten därstädes huvudsakligen omfattat landets geografiska utforskande och vad geologien beträffar de geologiska system, som äro äldre än det kvartära, men även på kvartärgeologiens område ha iakttagelser av stor betydelse insamlats. Sålunda har G. DE GEER 1900 visat, att östra Spetsbergen under istiden varit utsatt för en betydande nedisning, varvid ismassorna brett sig ut även över stora delar av det omgivande grundhavsområdet.

GUNNAR ANDERSSON sammanställde (1910) gjorda iakttagelser rörande postglaciala klimatväxlingar på Spetsbergen. Han framhöll därvid, att under istiden landet varit praktiskt taget helt och hållet täckt av inlandsis, att Spetsbergens flora invandrade under mycket gynnsammare klimatförhållanden än de nutida, enligt hans tanke sannolikt under en tid, som motsvarar Ancylustiden i Skandinavien, och att därefter, sannolikt i tämligen sen tid en klimatförsämring (enligt hans uppskattning c:a 2,5° C för vegetationsperioden) inträffat. Bevis för denna klimatförsämring lämnas av följande sakförhållanden. Den fossila kvartära faunan och floran innehålla arter, vilka numera icke leva så långt mot norr. Torvmossar finnas på Spetsbergen, ehuru torvbildning numera icke äger rum därstädes. Inom den nuvarande floran finnas dels talrika arter, vilka aldrig sätta frukt, dels hybrider, vilkas stamformer ej längre leva inom landet.

B. Högbom meddelade 1911 en del iakttagelser rörande Isfjordsområdets kvartärgeologi. Han anser det sannolikt, att västkustens bergskedja under istiden överskridits av en minst 600 *m* mäktig inlandsis med sydvästlig rörelseriktning. Av ett betydande tidsrum skild från den stora nedisningen skulle därefter en glaciation av dalgångar och fjordar ha ägt rum, varvid de ännu bevarade, längs fjordarna gående räfflorna skulle ha initstats. Sedan fjordarna blivit isfria, har en landhöjning ägt rum. Den högsta marina gränsen ligger i Isfjordsområdet 70 à 80 *m* ö. h. Från en höjd av 20 *m* ö. h. och ned till nuvarande havsyta uppträda de av *Mytilus edulis*. karakteriserade havsavlagringar, vilka härstamma från det skede, som utmärkt sig för ett klimat, varmare än det nutida. På grund av att Mytilusfaunan uppträder på ett relativt sent landhöjningsstadium och att en del glaciala randbildningar från en tid före Mytilusskedet äro jämförelsevis väl bevarade, anser Högbom att den tid, som förflutit, sedan detta skedes början, måste ha varit mycket kort i jämförelse med hela den postglaciala tiden, då alla äldre istidslämningar äro så gott som utplånade.

Till frågan om Spetsbergens Mytilustid återkom Högbom i en uppsats 1913. Han vände sig här emot Gunnar Anderssons uppfattning, att den varma klimatperioden inträtt omedelbart efter inlandsisens avsmältande. Han anser, att Anderssons parallellisering av Mytilustiden med Ancylustiden i Skandinavien är föga sannolik, att Mytilustiden är en sen epok i den postglaciala tideräkningen och att före densamma rått en lokalglaciation lika betydande som den nuvarande. Vidare fann han, att det vore vanskligt uttala sig om storleken av den sedan inträffade klimatförsämringen, alldenstund både 1910 och 1911 *Empetrum nigrum* anträffats med mogna bär på Spetsbergen. Denna art är nämligen en av dem, som enligt Gunnar Andersson icke sätta mogen frukt därstädes.

De nutida glaciärerna på Spetsbergen och deras oscillationer ha studerats av G. de Geer, A. Hamberg och B. Högbom.

Markstudier.

(av Simon Johansson.)

Marklära är läran om jordmånerna. Med jordmån förstås en av skilda processer ombildad jordart. Namnet agrogeologi, som senare införts, är för snävt; bättre är det svenska namnet marklära, motsvarande tyskarnas Bodenkunde.

Markläran omfattar vitt skilda vetenskapsgrenar. Hit höra först och främst undersökningar över moderavlagringens eller jordartens genesis. För kännedomen om våra jordmånstyper, som äro av relativt ungt datum och ännu bära moderavlagringens prägel, är kännedomen om dennas genesis av större betydelse än inom områden med starkt omvandlade jordarter. Hithörande studier falla emellertid inom kvartärgeologien och skola icke här omnämnas. Till marklärans område höra naturligtvis undersökningar över jordarternas sammansättning ur mekanisk, kemisk och mineralogisk synpunkt, vidare undersökningar över de i de övre jordlagren pågående omdaningsprocesserna av mekanisk eller kemisk art (vittrings-, förmultnings- och förruttnelseprocesser). Studiet av de sistnämnda processerna leda över till jordbaktereologien eller till studier av mikroflorans inverkan på marken, liksom undersökningar av växelverkan mellan marken och den högre vegetationen leda över till rent växtbiologiska och agrikulturkemiska spörsmål. Av särskild vikt för de markbildande processerna äro fuktighetsförhållandena i marken. Frågor av hithörande art falla delvis inom hydrologien och klimatologien. Det anförda må vara nog för att antyda marklärans stora omfattning och, då denna unga vetenskap ännu icke fått sina gränser reglerade, inses svårigheten i att avgöra, vad som i en resumé som denna bör medtagas. Detta må tjäna som ursäkt för dess ofullständighet.

Tidigare undersökningar på marklärans område voro, kan man säga, ofta direkt inriktade på lösningen av det stora problemet att utfinna de faktorer, som bestämma en jordmåns fruktbarhet. De otaliga misslyckandena härvidlag hava emellertid haft det goda med sig, att de öppnat blicken för mångfalden av de faktorer, som härvid spela in, och för problemets ytterligt komplicerade natur. Man nöjer sig också numera med att utforska en sak i sänder, en omständligare men på samma gång säkrare väg.

En gammal erfarenhet är, att olika jordmåner hava olika agronomiskt värde, och att denna olikhet inom ett fuktigt klimat som vårt i första hand betingas av olikhet hos jordarternas mekaniska sammansättning, speciellt av kvantiteten ingående lerpartiklar. Den mekaniska jordanalysen, som angiver jordarternas mekaniska sammansättning, har också mycket länge varit i bruk såsom ett medel att karakterisera jordarter. A. Atterberg var den förste, som mera systematiskt undersökte de olika kornstorleksgruppernas fysikaliska egenskaper, och på grundval av dessa undersökningar uppställde han (1903, 1908) sitt bekanta schema för partiklarnas uppdelning i kornstorleksgrupper, vilket schema sedermera blivit antaget till in-

ternationell användning. För slamningen konstruerade ATTERBERG bekväma slamcylindrar, vilka även vunnit allmän användning. Sedermera har S. ODÉN (1915) lyckats konstruera en automatiskt verkande slamapparat, varigenom partiklarna kunna uppdelas i ett stort antal korngrupper. På grund av den långt drivna uppdelningen är det möjligt framkonstruera en exakt fördelningskurva för partikelstorleken, vilket giver en åskådligare och fylligare bild av den mekaniska sammansättningen än ATTERBERGS schema. Tyvärr göra de tidsödande beräkningarna av slamresultatet apparaten mindre användbar utom vid rent vetenskapliga arbeten. I samband med dessa arbeten har ODÉN företagit jämförande undersökningar av effektiviteten hos olika prepareringsmetoder för jordprovens beredande till slamning. De minsta partiklarna förekomma nämligen hopgyttrade i flockar, vilka det är svårt att sönderdela i enkelkorn utan tillgripande av reagens, som samtidigt verka lösande av partiklarna.

Av den mekaniska sammansättningen är det dock icke möjligt att sluta till avlagringens fysikaliska egenskaper, ty, även om man kände varje korngrupps egenskaper, så blir effekten av en blandning av alla möjliga korngrupper, vilket just är fallet hos en naturlig avlagring, något helt oberäkneligt. Ett flertal försök hava därför gjorts att karakterisera en jordart genom direkt bestämning av någon karakteristisk egenskap hos densamma. Lätt utförbara och snabba metoder härtill voro naturligtvis av stort värde vid agrogeologiska karteringar, där ett stort antal prov måste undersökas, även om metoderna endast kunna giva relativa uttryck för någon jordartskaraktär. På detta område hava ATTERBERG (1910, 1916) och SIMON JOHANSSON (1914, 1916) arbetat och nu senast *Statens järnvägars geotekniska kommission.* För sandslagen har S. JOHANSSON (1913) föreslagit bestämningar av kapillariteten, och för lerorna har ATTERBERG föreslagit bestämningar av flytgränsen, plasticiteten och hållfastheten. S. JOHANSSON har föreslagit hållfastheten vid en viss vattenhalt (omslagspunktens), som han benämner styvleksgraden. *Geotekniska kommissionen* har vänt på saken och tagit vattenhalten vid en viss hållfasthet (finlekstalet) som karakteristikum. Det må anföras, att *Geotekniska kommissionen* bestämmer hållfastheten efter en annan metod, på samma gång enkel som objektiv.

Genom studier av olika minerals plastiska egenskaper efter pulverisering kom ATTERBERG till den åsikten, att dessa egenskaper huvudsakligen äro bundna vid glimmer och andra fjällformiga mineral med en kornstorlek liggande under 2 μ, alltså efter kornstorleken räknat tillhörande lergruppen. ATTERBERG drager därav den slut-

satsen, att de fjällformiga mineralen hos en jordart betinga jordartens plastiska egenskaper.

Övriga fysikaliska företeelser hos jordarterna, såsom vissa jordarters benägenhet att råka i flytande tillstånd vid upptagande av vatten (de s. k. flytlerorna eller jäslerorna), och dessa företeelsers roll som geomorfologisk faktor (säterdalsbildning och jordskredsföreteelser) hava studerats av ett stort antal forskare, bland vilka kunna nämnas A. G. Högbom, J. G. Andersson, R. Sernander, S. De Geer, B. Högbom och J. Frödin. Den sistnämnde har gent emot B. Högboms regelationsteori påvisat vattenimpregnationens avgörande betydelse för jordflytningens uppkomst. Atterberg, S. Johansson och nu senast G. Frödin hava bestämt den för flytbenägna jordarter karakteristiska mekaniska sammansättningen. Vad beträffar speciellt jordskredsföreteelserna, så hava dessa studerats av A. H. Westergård, L. v. Post, G. Frödin och synnerligen ingående av *Geotekniska kommissionen*, som i samband härmed dessutom nedlagt ett förtjänstfullt arbete på förbättring av borrtekniken. De i samband med tjälbildningen stående markförskjutningarna, såsom uppfrysningsfenomenen, rutmarksbildningen och uppkomsten av s. k. palsar, hava studerats av A. Hamberg, H. Hesselman, B. Högbom, Th. C. E. Fries, E. Bergström och K. Hallén.

Den för vegetationen och för de jordmånsbildande processerna otvivelaktigt mest betydelsefulla faktorn är jordartens förhållande till vatten. Ehuru hithörande frågor tillhöra en särskild vetenskapsgren, hydrologien, som gör anspråk på en självständig ställning, skola emellertid de utförda undersökningarna på detta område omnämnas, dock utan kommentarier. Häribland märkas främst J. Richerts grundläggande arbete Om Sveriges grundvattensförhållanden (1911) med de vackra exemplen på teoriernas tilllämplighet i praktiken, H. Hedströms undersökningar över grundvattensförhållandena i Visbytrakten (1912) och F. Svenonius' källundersökningar samt Hesselmans verifiering av Ototsky's på stäppområden gjorda undersökning, där han påvisat grundvattensytans sänkning under skogbärande mark. Vad beträffar vattenförhållandena i markens ytliga lager ovan grundvattensytan, hava undersökningar häröver verkställts av S. De Geer och K. E. Sahlström, vilka utfört bestämningar av permeabiliteten hos olika jordarter i naturlig lagring, och av S. Johansson, som följt fuktighetsvariationerna i de ytliga lagren under en längre period.

Beträffande jordarternas mineralogiska sammansättning har man ansett dem vara rena krossningsprodukter av berggrunden, vilka sedermera vittrat mer eller mindre. Redan H. von Post har fram-

hållit, att de fjällformiga mineralen äro relativt anrikade inom de finaste storleksgrupperna. S. ODÉN och A. REUTERSKIÖLD (1919) hava genom kemisk analys av de olika korngrupperna hos en lera påvisat en med kornstorleken avtagande halt av kiselsyra och en samtidigt tilltagande halt av aluminium och järn. O. TAMM har i sitt senaste arbete (Markstudier, 1920) uppvisat, att lergruppen till sin kemiska sammansättning har utpräglad lersammansättning till skillnad från de grövre korngruppernas granitsammansättning. Vid berggrundens sönderkrossande och under slammets transport i vatten före sedimentationen har enligt TAMM genom hydrolytisk sönderdelning av de minsta fältspatpartiklarna och utlösning av alkalierna ett aluminiumöverskott uppkommit. I lergruppen ingår därför en komplex av sannolikt kaolinartad sammansättning.

De efter jordarternas bildning inträdande omvandlingsprocesserna av mekanisk och kemisk art, eller de jordmånsbildande processerna, hava hos oss ingående studerats av HESSELMAN och TAMM. Över den mekaniska vittringens jordartsombildande roll hava dessa gjort undersökningar, som visa, att i de ytliga lagren en mekanisk sönderSprängning av mineralkornen försiggår, orsakad av frost och temperaturväxlingar. De ytliga lagren hos sand- och mjälavlagringar äga nämligen en större halt av finare partiklar än de djupare, för temperaturvariationer mindre utsatta lagren.

Åt den kemiska vittringen, i synnerhet åt podsolvittringen hava nämnda forskare ägnat omfattande undersökningar; i synnerhet har TAMM i sitt förut omnämnda uttömmande arbete belyst hithörande processer. Genom talrika analyser av olikåldriga jordmånstyper och av sådana med olika markbetäckning har han kunnat giva en framställning av podsoleringsprocessernas intensitet och av intensitetens nära relation till den rådande markbetäckningen. För norrländska förhållanden har han funnit, att å de lavklädda tallhedarna råder den svagast utbildade podsoleringstypen, under det att den starkaste podsolvittringen försiggår å mark, bevuxen med granskog och med *Myrtillus* som undervegetation.

De vid podsolvittringen verksamma agentierna äro, utom den i vatten lösta kolsyran, företrädesvis de av humusämnena absorberade starka syrorna av organisk eller oorganisk art. De olika humusformernas innehåll av vittringsagentier är ännu icke närmare undersökt. De kolloidalt lösta humusämnena anses även i sin egenskap av skyddskolloider medverka vid vittringen på så sätt, att de befordra transporten av vittringsprodukterna ned till rostjordslagret. Vid en undersökning av markvattnets syrehalt och densammas inverkan på skogens försumpning och skogens växtlighet har HESSEL-

MAN (1910) funnit, att ett torvartat humustäcke berövar det genomsipprande regnvattnet en stor del av dess syre, och, då det är påvisat, att växtrötterna vid syrebrist alstra starka organiska syror, kan man förmoda, att i ett syreabsorberande humustäcke särskilt starka syror böra förefinnas, som starkt angripa mineralen.

Av HESSELMANS grundläggande undersökningar har det klart framgått, vilken betydande roll de olika humusformerna spela icke blott för markvittringen utan även för skogens växtlighet. Denna roll för skogens produktivitet, speciellt för dess föryngring, beror, såsom nämnde forskare i ett par senare, mycket betydelsefulla arbeten (1917) lyckats visa, huvudsakligen på humuskvävets nitrificerbarhet hos de olika humusformerna. Det har sålunda visat sig, att salpeterbildningen i hög grad är beroende på förekomsten av elektrolyter, och att elektrolythalten hos sur råhumus är mycket ringa med därav följande obetydlig salpeterbildning och kvävehunger hos de unga plantorna. HESSELMAN har visat, att bland andra åtgärder en inblandning av mineraljord till sådan råhumus gör kvävet hos denna nitrificerbart, på grund av att elektrolyter därigenom tillföras. I praktiken låter sig detta lätt göra genom bearbetning, och HESSELMANS undersökningar hava sålunda lett till praktiskt värdefulla resultat. Den i åkerjord försiggående salpeterbildningen har tidigare studerats av WEIBULL, BARTHEL och S. JOHANSSON.

Sedan man fått klart för sig humusämnenas stora roll, har intresset för deras kemiska utforskande åter väckts till liv. Humusämnenas kemiska natur har ingående studerats av ODÉN (1919). Gent emot BAUMANN och GULLY, som framkommo med den åsikten, att humussyrorna icke äro verkliga syror utan endast kolloidala ämnen, som på grund av absorptionsföreteelser visa syrekaraktärer, har ODÉN förfäktat humussyrornas verkliga existens. Enligt ODÉN föreligger hos humusens alkalilösliga del en humussyra med mycket hög molekylarvikt, fast den är ytterst svag, och som därför icke spelar någon roll för markens surhetsgrad. Humusens syreverkan beror på absorberade syror av organisk och oorganisk natur.

De döda växt- och djurresternas övergång till respektive humus och gyttja har R. SERNANDER beskrivit i sitt arbete »Förna och äfja» (1918), där han åt dessa förut något obestämda begrepp giver bestämda definitioner. Gyttje- och dybildningsprocesserna hava vidare studerats av E. NAUMANN (1917), vilken även studerat järnets förekomstsätt i dylika avlagringar (1919); han har även konstruerat särskilda apparater för provtagning av dessa bildningar.

Att markens surhetsgrad spelar en mycket viktig roll för vege-

tationen har länge varit ett bekant faktum. För ungefärlig bestämning av surhetsgraden hos åkerjord har WEIBULL (1912) infört lackmusprovet. Han vill därur bestämma åkerjordens kalkbehov i stort sett enligt regeln, ju surare ju mera kalkbehövande. Senare tidens forskningar hava visat, att surhetsgraden beror på flera faktorer. Man har även på sista tiden påvisat, att surhetsgraden eller väteionskoncentrationen spelar mycket stor roll vid sådana kemiska processer, som försiggå under medverkan av ferment, så tillvida nämligen att dessa processer försiggå hastigast vid en viss, optimal väteionskoncentration, vilken är olika för olika fermentreaktioner. Då fermentreaktionerna spela stor roll vid de kemiskt fysiologiska processerna, och då surhetsgraden efter behag kan regleras genom markens kalkning, förstår man, vilken praktisk betydelse ett närmare utforskande av de faktorer, som bestämma surhetsgraden, bör äga. Den moderna markforskningen står också, kan man säga, i väteionskoncentrationens tecken.

Om fjällproblemets nuvarande läge i Sverige.

Av

GUSTAF FRÖDIN.

Det skandinaviska fjällproblemet, som sedan decennier tillbaka debatterats och diskuterats och mer än en gång betraktats som till sina huvuddrag definitivt utrett, har på svensk sida under de sista åren ännu en gång blivit brännande och intager hos oss för närvarande en framskjuten plats på det geologiska arbetsprogrammet.

Då TÖRNEBOHM år 1896 i och med sin monumentala monografi över det centrala Skandinaviens bergbyggnad (38) framlade slutresultaten av den dåvarande generationens mångåriga pioniärarbete, avslutades ett i den fjällgeologiska forskningens historia i flera avseenden lysande skede. Kunskapen om fjällens svårtydda geologi hade därunder raskt utvecklats och, såsom TÖRNEBOHM själv uttryckt sig (39, sid. 217), genomlöpt tre successiva stadier. Under det första bedömdes bergarternas relativa ålder efter graden av metamorfos och kristallinitet, så att på denna grund de kristallina fjällskiffrarna förlades under siluren i öster. Under det andra stadiet, då den senares underlagring visat sig ofrånkomlig, betraktades lagerföljden som normal och Åre- eller seveskiffrarna alltså såsom yngre än siluren, medan under det tredje och enligt TÖRNEBOHMS mening sista utvecklingsskedet denna överlagring tolkas såsom abnorm och beroende på storartade överskjutningar, varigenom de nu såsom prekambriska uppfattade Åreskiffrarna kommit att vila på siluren.

Det är ej min mening att här söka framlägga en mer eller mindre uttömmande historik över fjällfrågans utveckling under dessa första

skeden. En sådan återblick skulle, vad beträffar den för svensk forskning närmast vidkommande delen av veckzonen, på grund av sakens natur huvudsakligen komma att omfatta det centrala Skandinavien och de banbrytande arbetena därstädes, arbeten vilka redan förut av HÖGBOM erhållit sin historiska belysning (25) och i allt väsentligt även innefattas i hans minnesteckning över TÖRNEBOHMS livsverk (23).

Uti TÖRNEBOHMS monografi över det centrala Skandinavien och ännu mer vid vissa senare försök till en konsekvent tillämpning av överskjutningshypotesen på andra delar av bergskedjan drevs satsen om vittgående horisontala massförskjutningar till sin yttersta spets. Detta gäller särskilt i de fall, då man i brist på påvisbara acceptabla rotområden för de förmodade överskjutningsskollorna förlade dem utanför den nuvarande kontinenten. Därmed hade fjällproblemet undandragits möjligheten av fortsatt saklig diskussion, och fritt spelrum lämnats åt okontrollerbara fantastiska spekulationer. Svårigheten för att ej säga omöjligheten att på de sålunda inslagna vägarna föra fjällfrågan ytterligare framåt torde med sådana exempel för ögonen framstå fullt klart. Vad som krävdes, var tydligen nya fruktbärande impulser utöver de från det centralskandinaviska området vunna erfarenheterna.

Så länge uppmärksamheten ensidigt inriktades på de visserligen starkt dislocerade men tektoniskt ytligt liggande silur- och seveformationerna under åsidosättande av de inom jordskorpan mer djupgående yttringarna av veckningsprocessen, var likväl ett bärande uppslag för problemets fortsatta lösande knappast att förvänta. Ett stort steg framåt utgjorde därför otvivelaktigt HOLMQUISTS klarläggande framställning (14) av deformationsgravens i dubbel bemärkelse centrala betydelse för uppkomsten av de sammanskjutna sedimentformationernas övervecknings- och överskjutningstektonik. En ytterligare betydelse erhöll detta uppslag, sedan de norska kartläggningarna inom bergskedjans sydvästra ända (Hardanger-Jotunområdet) till full evidens bekräftat tillvaron av ej blott en enda stor central deformationsgrav utan också ett antal smärre (10, 31, 24, sid. 60). Den teoretiska uppfattningen om vecksystemets natur erhöll härigenom nödig fördjupning och stadga men dessutom en ytterligare utformning i så måtto, att ej endast de sammanskjutna och som överveckningstäcken uppträdande sedimentformationerna kunde direkt härledas från den centrala graven, utan till denna måste också förläggas eruptionshärdarna för de magmamassor, som under veckningsprocessens fortgång intruderades

i de under glidningsrörelser och utpressning åt ömse sidor stadda överveckningstäckena. Att dessa petrografiskt ofta synnerligen karakteristiska basiska till sura intrusivmassor identifierats såsom till åldern kaledoniska måste givetvis betecknas som ett avgörande framsteg dess mer beaktansvärt, som det i sällsynt grad inverkat befruktande på den på svensk sida under de sista åren återupplivade diskussionen om fjällfrågan.

Förklaringen till att det förlösande ordet, åtminstone beträffande den under närmaste tiden sannolika utvecklingslinjen, kommit från de berörda trakterna i Norge är ej svår att finna. Genom postkambrisk deformation har större delen av fjällformationens prekambriska sockel pressats upp till en exceptionell höjd, 1,000—2,000 *m* ö. h., och därigenom relativt fullständigt framdenuderats, så att den centrala geosynklinalgraven, alltså det egentliga rotområdet, på ett enastående sätt blivit direkt tillgänglig för observation. — Däremot inträder längre mot NNO på grund av det småningom avtagande höjdläget av den prekambriska sockeln och därav beroende starkare betäckning genom fjällformationen i detta hänseende allt ogynnsammare betingelser. Först upp emot Torneträsk möta på nytt förhållanden, som ehuru i betydligt mindre måttstock dock i någon mån synas erbjuda motsvarigheter till dem inom sydvästra Norge.

De nyare erfarenheterna från detta senare område — erfarenheter som för övrigt i fundamentala punkter närma sig den av Brøgger redan långt tidigare intagna ståndpunkten angående tektoniken på Hardangervidden (3) — ha alltså ådagalagt, att tesen om vittgående överskjutningar i den av Törnebohm hävdade bemärkelsen med en prekambrisk kristallinisk formationskomplex, motsvarande de s. k. Åre- eller seveskiffrarna, vilande på normal silur, måste modifieras åtminstone så till vida, att de horisontalförskjutna kristallina bergartsmassorna väsentligen äro att betrakta som regionalmetamorfa kambrosiluriska sediment jämte kaledoniska intrusivbergarter. — Det är mot bakgrunden av dessa de senare årens norska erfarenhetsrön, som den nu på svensk sida pågående diskussionen om fjällproblemet i första hand bör bedömas.

Det centralskandinaviska området.

Sparagmitfältet mellan Mjösen och Storsjön har alltid framstått som en av hörnstenarna vid tolkningen av lagerföljd och tektonik i det klassiska centralskandinaviska området. Från första början

uppstod likväl betydande svårigheter att ernå en för svenska och norska förhallanden samstämmande ålders- och lagerföljd inom sparagmitfältet. Att den ursprungliga svenska uppfattningen, enligt vilken det härjedalska kvartsit-sparagmitfältet i sin helhet normalt överlagrade fossilförande ortocerkalk (35), övergavs, synes i första hand ej berott på nytillkomna för frågan avgörande fakta utan torde ha bestämts av opportunitetsskäl, främst vissa förmodade analogier med de under fossilförande kambrium vilande sparagmitbildningarna i Mjösen-trakten (5, sid. 45).

Mellan de under den allra sista tiden från svensk och norsk sida framförda betraktelsesätten framträder den ursprungliga motsättningen åter fullt tydligt ehuru i modifierad gestalt. Enighet råder så till vida, att sparagmitfältet såväl i Norge som i Sverige anses nå ned i basen av underkambrium och alltså ligger ovanför den dock ej överallt strängt synkrona subkambriska diskordansen (5, 20, 27). Det är i stället den övre åldersgränsen, som föranleder meningsskiljaktigheter. Medan på norsk sida sparagmitfältet i sin helhet, med undantag av den s. k. Valdressparagmiten, tämligen enstämmigt inrangeras i understa kambrium, synas åtskilliga skäl tala för att den svenska delen av fältet utgör en på grund av avvikande topografiska och klimatiska förhållanden betingad kontinental facies av den ute på det jämna subkambriska peneplanet i öster avlagrade normala kambrosiluren. Dessa svenska sparagmiter skulle med andra ord nå från kambriums bas upp över ortocerkalken, hur långt måste lämnas oavgjort.[1] Den med den röda sparagmiten såväl tektoniskt som stratigrafiskt i huvudsak ekvivalenta Vemdalskvartsiten kommer på så sätt att regionalt och petrografiskt intaga en mellanställning mellan det normalsiluriska och kontinentala sedimentationsområdet, medan den i den röda sparagmiten konformt inlagrade s. k. Hedekalken blir en facies av ortocerkalken (5).

Det kan ej lida tvivel om att den på fossilförande normal silur, t. ex. ortocerkalk, vilande övre delen av det svenska kvartsit-sparagmitfältet äger sin tektoniska och stratigrafiska motsvarighet i Valdressparagmiten och Kvitvola-etagen, varav dock uteslutande den senare av flertalet norska geologer synes uppfattas såsom en överskjuten äldre sparagmitkomplex. Man kan härvid knappt undgå reflexionen, att problemställningen beträffande sparagmitfältet osökt inbjuder till jämförelser med det centraljämtska Åreskifferproblemet. Lik-

---

[1] Detta betraktelsesätt avviker stratigrafiskt högst väsentligt från det av Törnebohm först hävdade, i det han förlade den röda sparagmiten över Vemdalskvartsiten, som i sin tur fick normalt överlagra ortocerkalken, varigenom hela kvartsit-sparagmitkomplexen kom att åsättas relativt ung ålder (35).

som dessa Åreskiffrar enligt hittills gängse mening normalt underlagra Trondhjemsfältets och Tännforsfältets kambrosilur och samtidigt österut kunna vila på fossilförande översilur, så utgöra å andra sidan sparagmiterna underlaget för de kambriska horisonterna i Mjösen-trakten, medan de flerstädes längre i NO kring riksgränsen och på svenskt område överlagra samma och delvis yngre nivåer.

Lika litet som inom det centraljämtska området synas dessvärre dessa svårigheter kunna undanröjas genom tillgripandet av överskjutningar. Konsekvent tillämpad skulle en sådan konstruktionsprincip ej endast innebära en minst 100 *km* bred överskjutningsskolla allt ifrån Kvitvola-etagen V om riksgränsen och österut till trakten av Sömlingshogna samt Häggingsåsen (6) utan också på grund av det odisputabla fältsammanhanget med det geologiskt och tektoniskt likvärdiga härjedalska fältet norrut fordra, att även detta undergått fjärrförskjutningar. Då emellertid det härjedalska fältet enligt alla hittillsvarande samstämmiga iakttagelser genom en normal vittrings- och sedimentationskontakt är fast anknutet till sitt nuvarande underlag, framstår tydligt ohållbarheten hos en dylik ståndpunkt. Det eventuella rörelseplanet vid en sådan supponerad massförskjutning borde härstädes därjämte framgå mellan ortocerkalken (Hedekalken) vid Råndalen, Hede o. s. v. och den ovanliggande röda sparagmiten, men dessa äro enligt lika samstämmiga observationer genom petrografiska mellanformer genetiskt förbundna i ett oupplösligt förband. Någon framträdande förskiffrings- och förskjutningszon finnes ej utbildad på denna gränsnivå men däremot mellan samma kalksten och den underliggande alunskifferhorisonten (5, sid. 11).

Det saknar ej intresse erinra om att dessa tektoniska svårigheter, åtminstone beträffande Råndalen, till en tid ansågos undanröjda genom antagandet, att ortocerkalken m. m. sedimenterats i en i den röda sparagmiten befintlig prekambrisk dalgång (21, 36, 22, sid. 297), alltså ett tolkningsförsök diametralt motsatt det nyss diskuterade. Det framstår såsom en otvetydig reminiscens från den redan tidigt övervunna ståndpunkten, att den normala siluren vore en yngre sidolagring men ej en underlagring till de egentliga fjällbildningarna t. ex. Vemdalskvartsiten och Åreskiffrarna, och är redan så till vida mindre tillfredsställande, som det blott kan bortförklara en enstaka lokal men ej ett fenomen av här berörda regionala utbredning. Såväl på svensk som norsk sida saknas alltjämt bevis för en sådan djupgående diskordans mellan den normala kambrium-undersiluren och den underliggande sparagmiten.

Lika litet som exempelvis den tektoniska gåtan inom det centrala Jämtland för närvarande synes kunna tillfredsställande lösas genom antagandet av Åreskiffrarna såsom en stratigrafiskt självständig, strängt synkron komplex, till läget delvis betingad av storartade överskjutningar, förefaller tills vidare ett sådant betraktelsesätt med utsikt till framgång tillämpligt på sparagmitfältet. Där liksom i det centrala Jämtland öppnar sig måhända en framkomlig väg, om tesen om synkronitet modifieras, och närvaron av faciella växlingar accepteras. Tillämpat på sparagmitfältet skulle detta alltså åsyfta dels de redan faktiskt iakttagna starka faciesväxlingarna, detta även beträffande dessa trakters s. k. normala kambrosiluriska bildningar, dels möjligheten av att i det stora kvartsitsparagmitfältet mycket väl kan dölja sig stratigrafiskt ganska olikvärdiga horisonter. Visar det sig verkligen möjligt att i fortsättningen upprätthålla den s. k. Valdressparagmitens kring Jotunheimen postkambriska eller, om man så vill, kaledoniska ålder (2, sid. 461; 11), är misstanken berättigad, att även annorstädes i nu berörda trakter ungefär analoga komplex kunna förefinnas. Redan nu pekar erfarenheten tydligt hän emot att den sparagmitiska vittrings- och sedimentationsprocessen inom fjälltrakterna ingalunda kan begränsas till en så snäv tidsintervall som underkambrium. Till åldern säkert fixerade yngre sparagmiter ha nämligen där iakttagits långt upp i kambrium och undersilur t. ex. i Trondhjemsfältet (4) och Finmarken (19); utanför fjällkedjan förekomma som bekant sådana såväl i äldre som yngre formationer. I begreppet sparagmitformationen bör under sådana förhållanden hellre inläggas en petrografisk än stratigrafisk betydelse.

Närvaron av sådana faciesväxlingar synes, såsom jag förut framhållit (6), och såsom fig. 1 avser att schematiskt åskådliggöra, i sig kunna innebära en måhända acceptabel lösning på den för närvarande annars svårfrånkomliga motsägelsen mellan svensk och norsk uppfattning om sparagmitfältets stratigrafiska ställning.

Trondhjemsfältet hör till bergskedjans sedan längst tillbaka och bäst kända men samtidigt tektoniskt mest omstridda delar. De senare årens återupptagna revisionsarbeten synas emellertid komma att utmynna i resultat, som på det närmaste beröra uppfattningen om strukturen inom fjällkedjans svenska del.

Såsom av underordnad vikt för föreliggande frågor må här lämnas åsido, om och i vad mån fältets stratigrafiska uppdelning lämpligen kan drivas så långt, som Törnebohm föreslagit (38), liksom i vilken utsträckning jämkningar i begränsningen mellan de skilda formationsleden m. m. kunna befinnas nödvändiga (4). Kvar står

i varje fall, att det tektoniskt fundamentala i TÖRNEBOHMS framställning, nämligen den antiklinala uppvälvningen av fältets centralzon med därtill bundna intrusivmassor och genomgripande bergartsmetamorfos (»det metamorfiske strög»), vilket på sin tid bland norska geologer förnekats, åter vunnit erkännande (4).

Utbredningen av tuffogent material i Trondhjemsfältets skiffrar har genom de senare årens undersökningar avsevärt reducerats och synes vara begränsad nästan uteslutande till fältets västra sida (4, kartan). För den hos oss vid skilda tillfällen väckta frågan, huru vida våra amfibolitbandade seveskiffrar delvis kunna vara av effusiv eller mer eller mindre tuffogen natur, kan detta faktum vara värt att observera, liksom att sådana vulkaniska bildningar i allmänhet, såsom Trondhjemsfältet, de norska västkustbågarna (12) och Finmarkens Raipasavdelning (19) giva vid handen, såvitt erfarenheten för närvarande sträcker sig, synas avgjort orienterade (mot västsidan av de stora norska geosynklinalerna.



Fig. 1. Profil mellan Skärvagen i Idre och Rendals-Sölen i Norge.
a prekambriska porfyrer o. graniter,
b normal silurfacies (mestadels kambrium),
c underkambrisk (eokambrisk) sparagmit,
c_1 yngre sparagmit (Kvitvola-etagen).

Vid utformandet av sin stora överskjutningsteori tillade TÖRNEBOHM den närmast under Trondhjemsfältets kambrosiluriska skiktkomplex framstickande zonen av mer eller mindre kristallina, delvis amfibolitbandade skiffrar en särskild betydelse, i det han hit förlade ursprungsorten och rotlinjen till de österut överskjutna på grund av detta sitt läge i väster såsom prekambriska betraktade Åreskiffrarna. Här möter alltså en av överskjutningshypotesens hörnstenar, men en av allt att döma synnerligen sårbar punkt. Enligt de senare årens tyvärr ännu så länge tämligen summariskt sammanfattade undersökningsresultat synes nämligen denna Åreskifferzon komma att reduceras till en av kaledoniska basiska intrusioner genomvävd metamorfisk facies av den kambrosiluriska komplexens basaldelar (17, 18, 4).

Att överblicka hithörande förhållanden i deras fulla utsträckning är emellertid ännu så länge ej möjligt. Det möter sålunda betydande svårigheter att i fält avgränsa denna basala intrusionszon,

vari även sura bergartsled förekomma, från det otvivelaktigt prekambriska block, som i väster inramar Trondhjemsfältet. I vad mån kaledoniska eruptiver ingå i denna s. k. vestrand är därför tills vidare en öppen fråga (4). En längs den norska kusten SV om Trondhjemsfjorden framstrykande storartad geosynklinal- och intrusionsgrav (32) synes väl dock för närvarande äga föga sannolikhet för sig.

Till *det centraljämtska överskjutningsområdet* är fjällproblemet och överskjutningshypotesen oskiljaktigt anknutna, och där måste en lösning i första hand sökas. De från den första undersökningsperioden så välkända, nära nog klassiskt vordna lokalerna kring Åreskutan, Tännforsfältet o. s. v. framstå alltjämt med samma aktualitet som för femtio och tjugofem år sedan.

Åreskiffrarnas geologiska och tektoniska ställning har från början utgjort fjällproblemets kärna, och på uppfattningen av denna bergartsserie såsom en självständig stratigrafisk komplex, vilar ytterst TÖRNEBOHMS genialiska idé. Förhållandena äro som bekant i huvudsak följande:

Sedan det, som det syntes, med full tydlighet ådagalagts, att såväl Trondhjemsfältets kambriska-undersiluriska basalhorisont som också de av allt att döma därmed ekvivalenta köliskiffrarna i Tännforsfältet normalt överlagrade Åreskiffrarna och t. o. m. ägde bottenkonglomerat med bollar av samma Åreskiffrar, måste dessa senare genom en djupgående hiatus anses skilda från köliskiffrarna och alltså åsättas prekambrisk ålder. Såsom ett ytterligare stöd härför anfördes, att det härjedalska sparagmitfältet, som vid denna tid enstämmigt uppfattades såsom prekambriskt, mot NV visade sig i fält sammanhänga med och ekvivalera Åreskiffrarnas undre del. Sedan andra utvägar befunnits oframkomliga (37), återstod under sådana förhållanden knappast annat än att betrakta de på den östliga siluren vilande centraljämtska Åreskifferkomplexen, jämte Tännforsfältet med dess Åreskiffersockel, såsom överskjutna. Rotlinjen för denna överskjutning förlades vid Trondhjemsfältets östra rand, där normala lagringsförhållanden mellan Åreskiffrarna och de båda silurfacies ansågos åter inträda (38). — Det är tydligt, att även om man antager en typisk Schuppenstruktur av flera småskollor i detta, av TÖRNEBOHM som i huvudsak enhetligt ansedda stora överskjutningstäcke (22, 24), kan med ett sådant betraktelsesätt likväl ej ernås någon reduktion av själva överskjutningsbeloppet.

Att överskjutningshypotesen, vad beträffar det klassiska centraljämtska området, är behäftad med vissa besvärande inkonsekvenser

och svagheter framgår redan av hittillsvarande geologiska kartor. Hit hör exempelvis den påtagliga svårigheten att få de tektoniska förhållandena att gå ihop på vissa mer neddenuderade sträckor längs Trondhjemsfältets östra rand, alltså just vid den supponerade rotlinjen. Den närmare relationen mellan östlig silur, Åre- och köliskiffrar är sålunda i trakten av Storlien synnerligen oklar, i det den östliga siluren tvärt emot teorierna dyker in under Trondhjemsfältets basala Åreskifferzon,[1] som alltså även i detta fall skulle vara överskjuten. Likartade svårigheter uppstå även vid Trondhjemsfältets nordspets invid riksgränsen. — Ännu ett exempel må anföras. En väsentlig del av den förmodade centraljämtska-härjedalska överskjutningsskollan utgöres av det S om Ottsjön vidtagande sparagmitskifferfältet. Samtidigt med att detta alltså förutsättes ha deltagit i en horisontalförskjutning av minst 100 *km*, anknytes detsamma — i beviset om Åreskiffrarnas prekambriska ålder, se ovan — direkt till den autoktona härjedalska sparagmitformationen i söder. Dualismen och ohållbarheten i en sådan uppfattning är utan vidare påtaglig.

Det lider enligt min mening intet tvivel om att det nämnda sparagmitskifferfältet ej endast geografiskt, såsom kartorna visa, utan även tektoniskt och genetiskt utgör den omedelbara fortsättningen av det autoktona härjedalska fältet och med detta bildar en geologisk enhet. Det måste med andra ord i stort sett intaga sitt ursprungliga sedimentationsområde, och nämnvärda massförflyttningar äro sålunda i detta fall uteslutna. I vad mån denna slutsats kommer att påverka frågan om den stora centraljämtska överskjutningen är givetvis beroende av relationen mellan Åreskiffrarna och sparagmitskifferfältet och må tills vidare lämnas oavgjort.

Tännforsfältets centrala ställning för fjällproblemet är däremot i detta avseende oomtvistlig. Är Tännforsfältet för närvarande beläget inom sitt ursprungliga sedimentationsområde, d. v. s. är fältet genetiskt anknutet till den omgivande östliga siluren, eller är det, såsom teorien förutsätter, förflyttat österut från långt västligare liggande trakter? Med svaret på denna fråga står eller faller överskjutningshypotesen, som den hittills tillämpats.

Det skulle föra för långt att här närmare ingå på de sista årens rön rörande detta och därtill anslutna problem. Så mycket kan dock sägas, att den N om Duved förmodade, i förhållande till de Ö om Mullfjällsantiklinalen liggande Åreskifferkomplexen påfallande tunna Åreskifferzonen måste bibehållas som sådan, såsom,

---

[1] Se t. ex. 38, kartan.

om ej ur petrografisk, dock ur tektonisk och genetisk synpunkt typisk och fullt likvärdig med dem. Den kan med andra ord väsentligen karakteriseras som en i samband med kaledoniska rubbningar och intrusioner uppkommen metamorfisk silurfacies, ehuru i detta speciella fall metamorfosen mångenstädes ej fört fram till helkristallina normala Åreskiffrar. Såväl köliskiffrarnas förmodade basalkonglomerat med bollar av Åreskiffrar som också den sedan gammalt från fältets södra rand anförda avlagringsdiskordansen



Förf. foto. 1917.

Fig. 2. Diskordansen vid övre Handölsforsen.
(till höger i bakgrunden Täljstensberget)
å Åreskiffrarna
k köliskiffrarna.

mellan de båda formationerna ha visat sig vara tektoniska bildningar (fig. 2), huvudsakligen framkomna under de senkaledoniska rörelserna och utan betydelse för åldersfrågan.

Åreskiffrarna såsom en självständig stratigrafisk formationskomplex av prekambrisk ålder komma på detta sätt att helt försvinna inom det centrala Jämtland och sannolikt också inom Trondhjemsfältet (sid. 163). Därmed undanröjes visserligen den teoretiskt bärande grunden för överskjutningshypotesen, såsom den av TÖRNEBOHM utformades, men någon slutgiltig lösning av fjällproblemet i

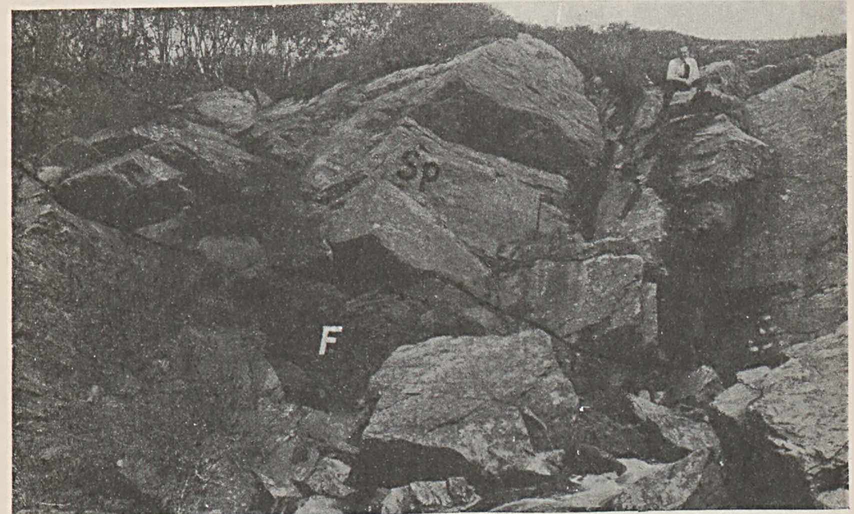
dess helhet innebär detta ej. De senare årens erfarenheter från skilda delar av fjällkedjans östra randzon ha nämligen till fullo bekräftat närvaron av tektoniska rörelseplan och överskjutningszoner, väsentligen av kataklastisk natur och senkaledonisk ålder, i regeln mest framträdande just på gränsen mellan den östliga siluren och Åreskiffrarna. Givetvis behöver tolkningen av dessa senare såsom en metamorfisk silurfacies på intet vis motsäga närvaron av sådana massförskjutningar. Frågan är, av vilken omfattning och natur dessa äro.

I och med att Åreskiffrarna frånkännas en självständig stratigrafisk ställning, försvåras på sätt och vis lösningen av överskjutningsproblemet, vad beträffar uppsökandet och fastställandet av de förskjutna komplexens rotområden. Huvudsakligen synas två möjligheter härvid öppna sig. Antingen måste dessa rotområden i analogi med det hittillsvarande betraktelsesättet förläggas till Trondhjemsfältets stora geosynklinalbildning, eller också kunna de helt eller delvis vara att söka inom det centraljämtska området och i omedelbar närhet till de förskjutna skollorna. På grund av relativt långt gången denudation låter sig den centraljämtska urbergsytans konfiguration tämligen väl överblickas, och den senare tolkningsmöjligheten skulle då närmast anknytas till de där befintliga otvivelaktigt kaledoniska deformationsgravarna.

För frågans bedömande är av vikt, att uppveckade urbergspartier, av samma natur som de av Törnebohm och Högbom först påvisade, äro en tämligen vanlig företeelse uti Åreskiffrarnas bottenzon, ej endast längs skollornas östra sidor utan även längs de västra. Förutom av de här begynnande grönstensderivaten bestå dessa ofta mäktiga basalhorisonter i regeln därjämte av metamorfa sparagmiter, som mot liggandet ej sällan visa sig genom växellagring m. m. genetiskt och stratigrafiskt sammanhörande med därvarande typiska silurkvartsiter och fylliter, men som mot hängandet med tilltagande metamorfos gradvis övergå i högkristallina Åreskiffrar. Så är t. ex. förhållandet flerstädes längs Tännforsfältets randzon, där detta genetiska samband dessutom kan följas vidare upp i köliskiffrarnas undre del, liksom också på västra sidan av Åreskutans—Renfjällets komplex. Det är svårt att finna annan tektonisk tolkning av dessa fakta, än att Åreskiffrarnas basaldelar utgöra en antiklinalt byggd dislokationszon, och att på grund av denna uppveckning ej endast den siluriska bottensparagmiten utan ej sällan också därtill anknutna prekambriska underlag kommit i dagen. Ett sådant betraktelsesätt giver också förklaringen till den redan av Törnebohm (**35**), sedermera även av Vogt och andra (**42**, **4**) gjorda

på annat sätt svårtolkade iakttagelsen, att faktiskt ingen bestämd diskordens låter sig påvisas mellan siluren och Åreskiffrarna t. ex. på den klassiska lokalen vid Tvärån på Åreskutans västsida (fig. 3.)

Orsaken till att en sådan primär stratigrafisk och petrografisk kontinuitet allt fortfarande kan vara fullt påvisbar ligger i att de även på sådana lokaler otvivelaktigt försiggångna förskjutningarna, ej minst de senkaledoniska rörelserna, mindre än annorstädes utlösts efter ett distinkt »överskjutningsplan» utan fördelats uti en zon av ofta betydande mäktighet, där visserligen det hopsummerade förskjutningsbeloppet kan vara betydande, men där den av varje



Förf. foto. 1920.

Fig. 3. Den från fjällproblemets historia bekanta profilen vid Tvärån, Åreskutan. Sp sparagmitskiffrar, F silurisk fyllit, mellan dem det förmodade stora överskjutningsplanet.

särskild horisont utförda glidningen i förhållande till närmast angränsande skikt ej varit tillräcklig för att frambringa en tydlig sekundär diskordans. I regeln ha sådana tektoniska diskordanser dock kommit till utbildning, särskilt inom de mot Ö. vända randzonerna, där förskjutningarna synas varit starkast.

Liksom Tännforsfältets köliskiffrar, vilka, såsom de föga metamorfa bergartsleden i fältets östra del giva vid handen, till sin primärsedimentära sammansättning föga eller intet avvika från angränsande östliga silur, synas enligt ovan skisserade förhållanden även de sedimentära Åreskiffrarna vara genetiskt och stratigrafiskt förbundna med samma silur. De av dem representerade överveck-

ningarna och överskjutningarna måste alltså vara av väsentligt mindre storleksordning, än vad som hittills med utgångspunkt från ohållbara premisser antagits. Under sådana omständigheter synes en tolkning av tektoniken med tillhjälp av lokala deformationsgravar, vilka samtidigt tjänstgjort såsom eruptionshärdar för de uppträngda magmamassorna, böra närmare prövas. Den i sådana gravar inveckade sedimentformationen torde i så fall mången gång utpressats åt ömse sidor, alltså även åt väster (fig. 4), om också rörelserna mot öster dominerat, i överensstämmelse med massförskjutningarnas allmänna riktning längs bergskedjans östra sida.

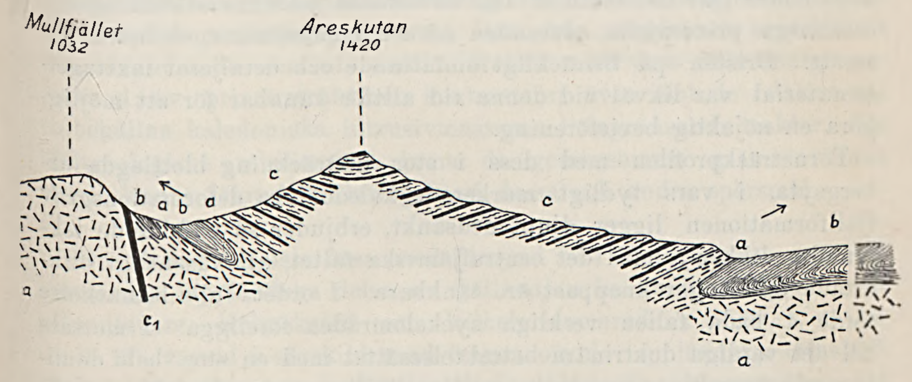


Fig. 4. Profil över Åreskutan till Mullfjället. a prekambrisk porfyr o. granit, delvis starkt förskiffrad. b klastisk silur. c Åreskiffrar. c_1 grönstensgång.

I och för sig äre sådana lokala deformationsgravar, liggande periferiskt i förhållande till den stora geosynklinalen i väster, knappast något särskilt anmärkningsvärt. Analogier förekomma såväl i sydvästra Norge (**10**) som ock i de från Trondhjemsfältets västra sida utgående synklinala utlöparna inom vestranden med till dem bundna silursediment och eruptiver (**38**, kartan).

Bergskedjans norra del.

Långt senare än i det centralskandinaviska området eller först för c:a tjugo år sedan påbörjades på allvar de mer detaljerade och planmässiga undersökningar, som allt sedan dess med smärre avbrott fortgått uti skilda trakter inom fjällkedjans norra del. Under samma skede har arbetet inom det jämtländska-härjedalska fältet mestadels fått ligga nere, och tyngdpunkten kom på så sätt att i åtskilliga avseenden förflyttas till dessa nordligare trakter. Det visade sig därvid snart, att den ursprungligen för det centrala

Skandinavien uppställda indelningen av fjällskiffrarna i två i allmänhet väl skilda geologisk-petrografiska huvudgrupper, seve- och köliskiffrarna, i det stora hela även var tillämplig härstädes.

Den reaktion i åskådningssätt, som givetvis måste bli den naturliga följden av ett alltför lättvindigt tillämpande av den centralskandinaviska överskjutningshypotesen, kom snart till uttryck. I ett föredrag vid Föreningens högtidssammanträde för jämnt tjugofem år sedan, alltså samma år Törnebohms arbete över det centrala Skandinavien utkom, intog Svenonius en utpräglat oppositionell ståndpunkt (33), som under de närmast följande åren ytterligare utformades (34) till ett med den nuvarande moderna åskådningen i åtskilliga principiella avseenden nära överensstämmande betraktelsesätt. Bristen på tillräckligt omfattande och detaljerat iakttagelsematerial var likväl vid denna tid alltför kännbar för att möjliggöra en nöjaktig bevisförening.

Torneträskprofilen med dess i stor utsträckning blottlagda urbergsyta, i vars tydligt markerade kaledoniska deformationsgrav fjällformationen ligger djupt nedsänkt, erbjuder så påfallande tektoniska likheter med det centraljämtska fältet, att väsentligt olikartade tolkningar knappast äro tänkbara. I ordets fulla bemärkelse torde i båda fallen verkliga nyckelområden föreligga. I motsats till det vanliga doktrinära betraktelsesättet med en stor, helt dominerande överskjutningsskolla, med rotlinjen som vanligt förlagd till den norska sidan riksgränsen (40), står Holmquists på ett bärkraftigt primärmaterial stödda tolkning av Torneträskprofilen, gående ut på relativt obetydliga massförskjutningar såväl mot öster som mot väster ifrån den centralt liggande deformationsgraven, jämte en av ungefär likvärdiga särskollor framkallad Schuppenstruktur (15 a, 15 c).

Den polemik som på grund av denna tydning uppstod mellan Törnebohm (40 a, 40 b) och Holmquist (15 b) blev i många avseenden väckande och väl värd att ihågkommas i fjällproblemets historia. Diskussionen kom därvid att väsentligen röra sig om sevegruppen, vars tillvaro som en självständig stratigrafisk komplex av ungprekambrisk ålder för Torneträskområdets vidkommande bestämt avvisades av Holmquist (15 b). Klart och tydligt framhävde denne i stället seve- och köliskiffrarnas karaktär av metamorfa faciesbildningar till angränsande autoktona formationer, östlig silur och urberg, liksom de genom de genomgripande metamorfiska omgestaltningarna beroende svårigheterna att nå fram till en användbar stratigrafisk indelning.

Med det från Torneträskområdet hopbragta fältgeologiska och petrografiska materialet synes det allt fortfarande svårt att komma

ifrån, att åtminstone fjällformationens undre del härstammar från den närmast omgivande trakten. Men efter ett sådant medgivande återstår väl endast att liksom i det centrala Jämtland låta även den övre kristallina skifferserien vederfaras samma behandling. Att anse dem tektoniskt, beträffande rotområdet, väsentligen olikvärdiga och alltså skilda genom ett större förskjutningsplan saknar allt stöd av hittills gjorda iakttagelser.

En i detalj gående vidare uppdissekering av det så ytterst viktiga Torneträskområdet, utvidgat så väl mot norr som söder, skulle säkerligen belysa åtskilliga principiella, alltjämt dunkla frågor bl. a. hårdskiffrarnas geologiska ställning och deformationsgravens funktion under veckningsprocessen. Den från omgivande seveskiffrar framdenuderade centrala amfibolitkakan med dess fullständiga avsaknad av primärstrukturer kontrasterar även mot de relativt väl bibehållna kaledoniska intrusivmassorna i angränsande trakter. De fältgeologiska relationerna inom de gemensamma gränsområdena torde kunna lämna förklaringen på dessa och andra spörsmål.

De under de sista åren med förnyad iver återupptagna arbetena inom den lappländska delen av fjällkedjan ha huvudsakligen berört Ruoutevare- Kebnekaise- och Vilhelminaområdena (**7**, **28**, **1**, **29**, **30**, **8**, **9**, **16**), varvid i särskild grad frågan om de lappländska seveskiffrarnas genetisk-petrografiska ställning skjutits i förgrunden. Då emellertid de hithörande synpunkterna äro avsedda att behandlas i en särskild uppsats i detta häfte av förhandlingarna, och litet eller intet ännu är publicerat om de tektonisk-stratigrafiska undersökningsresultaten, kan jag här nedan fatta mig tämligen kort.

Seveskiffrarna angivas på goda grunder som en under veckningsprocessen uppkommen av kaledoniska basiska till sura magmor intruderad och metamorfoserad silurfacies. Såsom av det ovan anförda framgår, är en sådan tanke ej ny. Fullt bindande bevis ha dock visat sig svåra att erhålla. Fransett mer allmänt hållna, i och för sig plausibla deduktioner har man hänvisat till det geologiska förbandet och den petrografiska övergången mellan de sedimentära seveskiffrarna och den västliga siluren, stundom även med den östliga (**7**, **28 b**), samt sökt ytterligare bestyrka detta med kemisk-petrografiska belägg. För frågans bedömande är av vikt, att någon ungprekambrisk autokton formationskomplex, stratigrafiskt ekvivalent med vad som förut i det centrala Skandinavien avsågs med den klastiska sevegruppen, möjligen med visst lokalt undantag, ej heller synes förekomma inom denna del av bergskedjan. Den österut vidtagande sparagmitzonen vilar sålunda ovanpå den sub-

kambriska diskordansen. Med hänsyn till den hittills gängse uppfattningen om jämtländska förhållanden (sid. 164) är frånvaron av en primär avlagringsdiskordans mellan seve- och köliskiffrarna dessutom värd beaktande.

Trots den påfallande avsaknaden av gångar och apofyser i angränsande klastiska östliga silur framgår den kaledoniska åldern av seveskiffrarnas eruptiva komponenter bl. a. av samma bergarters uppträdande även inom köliskiffrarna. Anmärkningsvärda äro såväl de relativt väl bevarade hypabyssiska-abyssiska stelningsstrukturerna som också den mångenstädes intensiva magmatiska differentiationen, sträckande sig från ultrabasiska till sura led, och de petrografiska och tektoniska analogier, som kunna påvisas med Bergen-Jotunområdet med dess bevisligen kaledoniska intrusivbergarter av mångahanda slag.

Givetvis fordrar konsekvensen, att i denna för Lappland så karakteristiska petrografiska provins även inryckas de förut såsom prekambriska och överskjutna betraktade eruptivbergarterna inom Sarekområdets skollor (13). Huru dessa till åldern kaledoniska eruptivkomplex, vilkas undre syenitiska-granitiska led tektoniskt ekvivalera de uppressade urbergsskollorna ej blott i Jämtland utan ock vid Torneträsk, skola kunna avgränsas mot det senare området, återstår alltjämt att se. Redan vid Kebnekaise, möjligen även i Sjöfallsområdet, synas svårigheter härutinnan möta (28 a). Den allmänna tendensen inom Lappland är emellertid för närvarande densamma, som den under senare tid varit på den motsatta norska sidan, nämligen att i möjligaste mån uppflytta eruptivbergarterna från prekambrium till det kaledoniska veckningsskedet.

Även frånsett frågan om vissa eruptivkomplexers ålder samt effusiva eller intrusiva karaktär gå åsikterna om fjällbyggnaden inom de lapska områdena allt fortfarande i fundamentala delar isär. I alldeles särskild grad har diskussionen därvid rört sig om den ursprungliga karaktären av de sedimentära seveskiffrarna. Å ena sidan har man i dem velat se derivat av en normalt sammansatt silurisk sedimentserie, som på grund av den intima intrusionen med eruptiver undergått substanstillförsel av pneumatolytisk-hydatogen natur och därvid erhållit sitt i förhållande till de ekvivalenta köliskiffrarna hårdare, kristalliniskt korniga gry. Å den andra ha deras abnorma primärsammansättning betonats, varvid tanken på inblandat tuffmaterial vid skilda tillfällen framförts (se sid. 163). Den meningen har också uttalats, att vad som hittills av de kristallina seveskiffrarna tämligen enstämmigt utgivits såsom ursprungliga sediment, i själva verket till avsevärd omfattning äro metamorfa sura intrusiv-

bergarter (26). Ett bestämt ståndpunktstagande har säkerligen i sakens nuvarande läge sina vanskligheter. Så till vida synes i varje fall en abnorm sedimentsammansättning vara förhanden, som sparagmitderivat otvivelaktigt ingå åtminstone i sevekomplexens undre delar längs gränsen mot sparagmitzonen i öster.

Bristen på tillräckligt djupgående snitt för en inblick i den tektoniska strukturen under det sammanskjutna sedimenttäcket utmärker det lappländska fjällområdet. Under sådana förhållanden ha de anförda undersökningarna knappast heller kunnat medföra några för de stora tektoniska dragen mer betydande resultat. Till fullo konstaterade äro de på skilda nivåer förekommande tektoniska rörelseplanen, bland vilka det mest framträdande här liksom annorstädes synes framgå mellan den klastiska östliga siluren, respektive kvarsit-sparagmitzonen, och de kristallina seveskiffrarna. I vilken utsträckning en verklig överskjutningszon med äldre bergarter över yngre här verkligen föreligger kan på grund av bristen på identifierbara stratigrafiska horisonter ännu ej anses klarlagt.

Såsom redan från norskt håll tidigare framhållits (10), ligger det rätt nära till hands att som rotlinje för de förskjutna skollorna inom Lappland, däri då inräknat de åtföljande kaledoniska eruptivmassorna, hänvisa till den stora geosynklinalen i väster, och ett sådant tolkningssätt har sedermera även sökt tillämpas på Kebnekaiseområdet (28). Så långt tektoniken för närvarande låter sig överblickas, bör likväl där föreligga en med Torneträsktrakten analog deformationsgrav inom urbergsunderlaget. Det torde därför framstå såsom tydligt, att en i huvudsak gemensam tektonisk lösning måste sökas för dessa mot varandra gränsande områden.

Givetvis står möjligheten öppen, att kombinerade deformations- och injektionsgravar förekomma under fjällformationen även inom andra delar av Lappland. Såsom ett slags medelväg mellan fjärrförskjutningar och lokala överskjutningar av sistnämnda art, kan ur dessa synpunkter förtjäna omnämnas en för Vilhelminaområdet nyligen framlagd tydningsmöjlighet, enligt vilken fjällformationens sedimentära del, d. v. s. huvudparten av seve- och köliskiffrarna, kunna vara förskjutna ända från den norska geosynklinalen, medan däremot de stora eruptivmassorna i Marsfjället i det stora hela kunna vara rotade i sitt nuvarande läge (QUENSEL 1921).

Att under nu rådande förhållanden, då själva principfrågorna i mångt och mycket alltjämt äro svävande, tillmötesgå redaktionens

hemställan om en med hänsyn till Föreningens bemärkelsedag lämplig uppsats om fjällproblemet har synts mig kunna ske i form av en exposé över några för närvarande aktuella spörsmål. Liksom för jämnt tjugofem år sedan, då TÖRNEBOHM framträdde med sitt monumentala verk över det centrala Skandinavien. befinna vi oss beträffande fjällfrågan åter i en brytningstid. Vad den kommer att bringa med sig är ännu ej gott att säga, även om vissa konturer redan nu tydligt framträda. Klart står det också, att den lockande hemlighetsfullheten och den gåtfulla mystiken över fjällens geologi, som för mången nog varit den egentliga drivfjädern under de strävsamma vandringarna över vidderna där uppe, nu börja tillhöra det förflutna. De fantasirika eggande idéernas tid är förbi, ett nytt skede har kommit med en mer vardaglig, realistisk och rationalistisk syn på de tektoniska problemen,

---

Litteraturförteckning.

1 a. BACKLUND, H. Omvandlingstyper bland köligruppens bergarter och deras betydelse för tydandet av fjälltektoniken. — G.F.F. Bd. 40. (1918.)

1 b. — Om kemiska förändringar vid metamorfos. — G.F.F. Bd. 41 (1919).

2. BJØRLYKKE, K. O. Det centrale Norges fjeldbygning. — N.G.U. N:o 39 (1905).

3. BRØGGER, W. C. Lagfølgen paa Hardangervidda. — N.G.U. N:o 11. (1893).

4. CARSTENS, C. W. Oversigt over Trondhjemsfeltets bergbygning. — Vidensk. selskab. skrifter 1919. N:r 1. Trondhjem 1920.

5. FRÖDIN, G. Om de s. k. prekambriska kvartsit-sparagmitformationerna i Sveriges sydliga fjälltrakter. — S.G.U. Ser. C. N:o 299 (1920).

6. —. Diskussionsinlägg. — G.F.F. Bd. 43. sid. 81. (1921).

7. GAVELIN, A. Om den geologiska byggnaden inom Ruoutevare-området. Referat av föredrag. — G.F.F. Bd. 37. 1915.

8. —. Till frågan om de kristallina seveskiffrarnes ursprung och metamorfos. — G.F.F. Bd. 41. (1919.)

9. —. Ännu några ord om de kristallina seveskiffrarne. — G.F.F. Bd. 41. (1919).

10. GOLDSCHMIDT, V. M. Die kaledonische Deformation der sydnorwegischen Urgebirgstafel. — Vidensk. selsk. skrifter. Kristiania 1912.

11. —. Konglomeraterne inden høifjeldskvartsen. — N.G.U. N:o 77 (1915.)

12. GOLDSCHMIDT, V. M. Übersicht der Eruptivgesteine im kaledonischen Gebirge zwischen Stavanger und Trondhjem. — Vidensk. selsk. skrifter. Kristiania 1916.
13. HAMBERG, A. Gesteine und Tektonik des Sarekgebirges nebs einem Überblick der Skandinavischen Gebirgskette. — G.F.F. Bd. 32. (1910).
14. HOLMQUIST, P. J. Bidrag till diskussionen om den skandinaviska fjällkedjans tektonik. — G.F.F. Bd. 23. (1901).
15 a. —. En geologisk profil över den skandinaviska fjällkedjan vid Torneträsk. — G.F.F. Bd. 25. (1903).
15 b. —. Bihang till Torneträskprofilen. — G.F.F. Bd. 25 (1903).
15 c. —. Die Hochgebirgsbildungen am Torneträsk in Lappland. — G.F.F. Bd. 32. (1910).
16. —. Några ord om de sedimentära seveskiffrarnas sammansättning och geologiska ställning. — G.F.F. Bd. 41. (1919.)
17. HOLMSEN, G. Tekst til Geologisk oversigtskart over Østerdalen-Foemundsstrøket. N.G.U. N:o 74. (1915).
18. —. Fortsættelsen av Trondhjemsfeltets kisdrag mot nord. — N.G.F. Bd. 5. (1918).
19. HOLTEDAHL, O. Bidrag til Finmarkens geologi. — N.G.U. N:o 84. (1918).
20. —. Om Trysilsandstenen og sparagmitavdelningen. — N.G.F. Bd. 6. (1920).
21. HÖGBOM A G. Om qvartsit-sparagmitområdet mellan Storsjön i Jemtland och Riksgränsen söder om Rogen. — G.F.F. Bd. 11. (1889).
22. —. Studies in the post-silurian thrust-region of Jämtland. — G.F.F. Bd. 31. (1909).
23. —. A. E. TÖRNEBOHM. Minnesteckning. — G.F.F. Bd. 34. (1912).
24. —. Fennoskandia. — Handbuch der regionalen Geologie. Heidelberg 1913.
25. —. Geologisk beskrivning över Jämtlands län. — S.G.U. Ser. C. N:o 140. 2:dra uppl. (1920).
26. JOHANSSON, H. E. Diskussionsinlägg. — G.F.F. Bd. 41. (1919.)
27. KIÆR, J. The lower Cambrian Holmia fauna at Tømten in Norway. — Vidensk. selsk. skrifter. Kristiania 1916.
28 a. QUENSEL, P. Fjälltektoniken inom Kebnekaiseområdet. Referat av föredrag. — G.F.F. Bd. 37. (1915.)
28 b. —. De kristallina sevebergarternas geologiska och petrografiska ställning inom Kebnekaiseområdet. — G.F.F. Bd. 41. (1919).
29. —. De kristallina sevebergarternas geologiska och petrografiska ställning inom den nordsvenska fjällformationen. Föredrag. — G.F.F. Bd. 40. (1918).
30 a. —. Nya data till kännedomen om seve- och kölibergarternas kemiska karaktär. G.F.F. Bd. 41. (1919).
30 b. —. Disskussionsinlägg. G.F.F. Bd. 42. (1920.)
31 a. REUSCH, H. Tekst til geologisk kart over fjeldstrøkene mellem Jostedalsbræen og Ringerike. — N.G.U. N:o 47. (1908).
31 b. —. Tekst med geologisk oversigtskart over Søndhordland og Ryfylke. — N.G.U. N:o 64. (1913).

32. SCHETELIG, J. Hitteren og Smølen. — N.G.F. Bd. 2. (1913).
33. SVENONIUS, F. Några bidrag till belysning av eruptivens betydelse för fjällbildningen. — G.F.F. Bd. 18. (1896),
34. —. Översikt av Stora Sjöfallets och angränsande trakters geologi. — G.F.F. Bd. 22 (1900).
35. TÖRNEBOHM, A. E. Ueber die Geognosie der schwedischen Hochgebirge. — S.G.U. Ser. C, N:o 9 (1873).
36. —. Om Wemdalskvartsiten och öfriga kvartsitiska bildningar i Sveriges sydliga fjälltrakter. — G.F.F. Bd. 6 (1882).
37. —. Om de geologiska svårigheterna vid riksgränsen. — G.F.F. Bd. 7 (1885).
38. —. Grunddragen af det Centrala Skandinaviens bergbyggnad. — K.V.A.H. Bd. 28 (1896).
39. —. Om formationsgrupperna i det nordligaste Skandinavien. — G.F.F. Bd. 28 (1901).
40 a. —. Om Torneträskprofilens tydning. — G.F.F. Bd. 25 (1903).
40 b. —. Några erinringar i anledning af P. J. Holmquist's »Bihang till Torneträskprofilen». — G.F.F. Bd. 25 (1903).
41. VOGT, J. H. L. Om malmförekomster i Jemtland och Herjedalen. S.G.U. Ser. C. N:o 89 (1887).

Fjällens kristallina skiffrar och deras tolkning.

En återblick

AV

PERCY QUENSEL.

Då fjällfrågan inom Skandinavien under det sista årtiondet åter blivit aktuell, men meningarna ännu liksom tillförne bryta sig skarpt mot varandra såväl rörande själva grundprinciperna för fjälltolkningen i sin helhet, som beträffande tydningen av de detaljer, som de olika parterna frambära som stöd för sina åsikter, har det synts berättigat, att vid detta tillfälle kasta en blick tillbaka för att se huru vår uppfattning om vissa för tydningen av fjällproblemet avgörande petrogenetiska frågor nått fram till sitt nuvarande läge.

Man torde kunna säga att för tillfället diskussionen i fjällfrågan kan hänföras till två ganska olika utgångspunkter. Den ena kan sägas huvudsakligen bygga på de rent tektoniska iakttagelserna i fält och bergarternas mera habituella utseende, under det den andra ställer som sin uppgift att mera i detalj och med alla till buds stående hjälpmedel inom de stora till synes enhetliga formationskomplexen söka tränga in i de olika komponenternas själva väsen och ur till äventyrs bevarade relikta strukturdrag eller ur själva arten av deras metamorfos läsa sig tillbaka till deras bildningsbetingelser och senare utveckling.

Den förra riktningen har gamla anor inom skandinavisk fjällforskning, och en del av de viktigare frågorna i detta sammanhang ha blivit belysta i en föregående uppsats i detta häfte. Den senare riktningen har kanske egentligen först under senaste åren börjat att vinna mera allmän uppmärksamhet såväl i Norge som i Sverige, och de slutsatser, man av dess undersökningsmetoder kunnat draga,

ha knappast ännu hunnit bära frukt. Det kan då synas väl tidigt att vilja historikt söka belysa metodens utveckling, men övertygelsen om dess betydelse för fjällfrågans slutgiltiga lösning och strödda tidigare försök att beakta dess arbetsmetoder kunna vid detta tillfälle motivera en kort sammanfattning av vad hitintills därvid uppnåtts.

Det säger sig då självmant, att de bergartsgrupper, som behöva bli föremål för en mera ingående petrografisk-kemisk undersökning, i första hand äro att söka bland fjällens högmetamorfa bergarter i allmänhet. Där ännu fossilförande horisonter kunna påvisas eller tydlig klastisk eller eruptiv struktur är igenkännbar, behöves ej i samma mån den detaljerade mikroskopiska analysen, som inom områden, där en genomgripande metamorfos har satt sin enhetliga prägel på genetiskt vitt skiljda bergarter, därvid ofta döljande till äventyrs förefintliga primära differenser. Där så är fallet, blir det en vansklig uppgift att makroskopiskt utan vidare klassificera de olika bergartsproven till sitt ursprung, och man lockas lätt att antaga ett för hela formationskomplexet enhetligt ursprung, under det i själva verket under metamorfosens nivellerande täcke bergarter ej blott av olika ursprung dölja sig utan ock av mycket olika geologisk betydelse för fjällbildningen i dess helhet.

Om de mera detaljerade mikroskopiskt-petrografiska och kemiska undersökningsmetoderna på fjällbergarterna först på senare tider börjat mera allmänt komma till sin rätt, har den äldre generationen utav fjällgeologer ingalunda saknat förståelse för dess betydelse, om också utförandet fått komma i efterhand.

Törnebohm säger redan i sitt första fjällgeologiska arbete (1. 1872) med hänsyn till kölibergarternas metamorfa utveckling i förhållande till seven: »Om dessa lerskiffrar icke varit mottagliga för en fullständigare metamorfos än den delvisa de synas hava undergått, och om således den stora olikhet i metamorfisk utveckling, som förefinnes mellan dem och de närliggande gneiserna, beror på sedimentens ursprungliga beskaffenhet eller om den beror på växlande energi hos den metamorfoserande kraften, är en fråga, som förtjänar uppmärksamhet och som möjligen genom noggranna kemiska och mikroskopiska undersökningar skulle kunna lösas.» Samma fråga ställes än i dag, 50 år senare, beträffande samma bergarter inom samma område, och samma hänvisning till »noggranna kemiska och mikroskopiska undersökningar» såsom en möjlighet att slutgiltigt besvara frågan möter oss allt fortfarande. Men ännu saknas den till ej oväsentlig del beträffande det av Törnebohm åsyftade klassiska Jämtlandsfältet.

Törnebohm tydde i sina första fjällarbeten (1, 2.) seveskiffrarna som normalt överlagrande siluren och alltså yngre än denna. Han uttalar sig till att börja med synnerligen försiktigt angående metamorfosens orsaker: »På vår närvarande ståndpunkt kunna vi emellertid blott säga, att den metamorfoserande orsaken, varav blott svaga verkningar skönjas i de siluriska lagren, med början av sevegruppen, uppträtt mera energiskt och med oförminskad kraft fortverkat genom alla dess lager.» (1.) Redan tidigare hade emellertid Kjerulf[1] uttalat som sin mening, att metamorfosen inom »det metamorfiske strög», som Törnebohm då ännu uppfattade som en del av sevegruppen, får tillskrivas där uppträdande eruptiv. Törnebohm anser emellertid, att denna förklaring ej låter tillämpa sig i Sverige, »där yngre metamorfiska lager utbreda sig över stora sträckor utan att genomsättas av någon eruptiv bergart». I sin uppsats »Om fjällproblemet» (3. 1888) vari Törnebohm först framkastar tanken på överskjutningen såsom möjlig förklaringsgrund till de kristallina bergarternas överlagring över silur, antyder han möjligheten av att sevegruppen skulle bestå dels av kambriska avlagringar (klastisk facies) dels av överskjutet urberg (kristallinisk facies), men återgår snart (4. 1892) till sin tidigare ståndpunkt att sammanföra sparagmiterna och Åreskiffrarna till en grupp, som vore att betrakta som »en stor självständig formation mellan urberget och kambrium». Han påpekar i samma uppsats huru mot W och NW amfiboliska bergarter tillkomma inom seven, som låta misstänka grönstenseruptioners medverkan. Törnebohm var därvid åter inne på tanken angående parallellisering av Åreskiffrar och Trondhjemsfältets »metamorfiske strög». Han säger själv: »Den första fråga, jag sökte utreda inom Trondhjemsfältet var just den, om gneiserna i Selbuströket möjligen kunde parallelliseras med Åregneisen.» Den frågan förde honom in på en revision av hela Trondhjemsfältet, och resultatet blev, att en sådan parallellisering ej ansågs möjlig. Skälet sammanfattar T. sålunda: »Det är ganska möjligt att Åregneisen är, liksom Selbuskiffern, ett metamorfoserat lersediment, men nu träffas denna avlagring aldrig annat än i starkt metamorfoserad form. Annat är det med Selbuskiffern. Den är starkt metamorfoserad blott när den uppträder i norra Trondhjemsfältets metamorfiska område».

Jag har här något utförligt citerat Törnebohms tidigare tankar beträffande seveskiffrarna och deras metamorfos, emedan det därav framgår, hur nära han varit att tillägna sig den åskådning, som nu gör sig alltmer gällande angående seveskiffrarnas metamorfa ut-

---

[1] Om Trondhjems stifts geologi p. 37.

veckling ur siluriska sediment, just i full överensstämmelse med synpunkterna inom Trondhjems metamorfiske strög. I den sista uppsatsen synes det nästan, som om det blott var frånvaron av vissa övergångsled mellan seve och köli, som vid en avgörande vändpunkt tvang honom in på den uppfattning, som sedan kom att spela en så betydelsefull roll för hela hans tydning av fjällproblemet. Tanken att frånvaron av mellanled inom Årefältet skulle kunna vara beroende av Åreskiffrarnas rubbade läge och de inre förskjutningar, som givetvis måste äga rum mellan bergartskomplex av så olika resistens som milda köliskiffrar och sega sevegnejser, synes ej ha tagits under övervägande. Dylika sekundära förskjutningsplan inom framskjutna partier av fjällkedjan komma givetvis att till stor del dölja de eftersökta övergångsleden och ge var formation sken av betydligt större självständighet, än den i själva verket kan göra anspråk på.

Ett par år senare (1894) utkom A. G. Högboms Geol. beskr. över Jämtlands län (5.). Högbom ansluter sig här till den strax förut av Törnebohm framlagda överskjutningshypotesen och godtager i stort Törnebohms uppfattning av sevegruppens klastiska och kristalliniska facies såsom olika utbildningsformer av en gemensam prekambrisk formation samt betonar att »en mycket betydlig del av Åreskiffrarna redan före bergskedjebildningen, som dominerar den nuvarande tektoniken och metamorfoserat sparagmiterna», ägt kristallinisk struktur. Högbom framhåller emellertid också ett par sidor längre fram att uti Åreskiffrarnas mäktiga komplex »flerstädes förekomma bergarter, som petrografiskt nära ansluta sig till vissa bland de yngre metamorfiska kambrisk-siluriska bergarterna», alltså påvisande såsom en stötesten i den nu stabiliserade åskådningen just de felande mellanformer, som bland annat kommit Törnebohm att frånkänna seven all genetisk släktskap med siluriska sedimentserier. Att vissa betänkligheter redan på detta stadium föresvävat Högbom synes framgå av följande rader: »En annan, såsom det synes, mera betydelsefull omständighet är Åreskiffrarnas intima samband uppåt med de bergarter, vilka uppfattats och kartlagts såsom en västlig facies av silur. Olivinstenarna, som på grund av sitt uppträdande just i närheten av denna formationsgräns, skulle kunna väntas representera ett visst tidsskede och en viss nivå, befinnes ligga än i otvetydiga Åreskiffrar, än i bergarter, som ej kunna avsöndras från de metamorfiska silurskiffrarna längre i väster.

1896 utkom Törnebohms klassiska arbete om det centrala Skandinaviens bergsbyggnad (6.). Förf. vidhåller här sin 1888 och 1892 intagna ståndpunkt beträffande sevegruppens geologiska självstän-

dighet såsom formationsgrupp, och dess indelning i en klastisk och en kristallinisk facies. Beträffande de kristallina Åreskiffrarnas metamorfos säger han, att »denna ej kan sättas i samband med bergskedjebildningen, vilken, åtminstone i huvudsak, inträdde i postsilurisk tid». Möjligen skulle den kunna tänkas stå i samband med eruptiva processer, vilka »förändrat de fysikaliska förhållandena i Åreskiftrarnas avlagringsbäcken, så att sedimentets antagande av metamorf dräkt därigenom väsentligen främjades». Röråsskiffrarnas metamorfism säges i det stora hela vara lika allmän som Åreskiffrarnas och torde därför ej heller kunna sättas i samband med bergskedjebildningen, men däremot väl i samband med de eruptiva processer, som då pågått, och säges det till slut: »det är möjligt att de förhållanden, som betingade Åreskiffrarnas metamorfism, fortforo att vara rådande även under Röråsskiffrarnas bildningstid.» Möjligheten av en samtidig metamorfos kunde ej godtagas på grund av förmodad förekomster av bollar av Åreskiffertyp i Trondhjemsfältets och Tännforsfältets bottenlag.

Som av det föregående synes, hava fram till sekelskiftet de fjällgeologiska undersökningarna i huvudsak koncentrerat sig på de tektoniska och stratigrafiska problemen, under det att de individuella bergarterna som sådana i det stora hela ej underkastats mera ingående undersökningar. Över arten av den metamorfos, som satt sin enhetliga prägel på den kristallina sevegruppen, finna vi blott några allmänna antydningar. Såväl TÖRNEBOHM som HÖGBOM erkänna gång på gång redan i dessa tidiga skrifter Åreskiffrarnas metamorfa likställighet med vissa av Trondhjemsbergarterna inom det metamorfa ströget och t. o. m. svårigheten att alltid å svensk sida hålla vissa led av metamorfoserade köliskiffrar isär från närgränsande Åreskiffrar. Men någon lockelse att närmare genetiskt sammanbinda de båda formationerna avvärjes varje gång på grund av den tektoniska bevisföringen med förmedling av sparagmiterna såsom fastställd prekambrisk formation. Hade någon tvekan angående sparagmiternas prekambriska ålder eller genetiska sammanhörighet med Åreskiffrarna på denna tid uppstått, kan man ej fritaga sig från den uppfattningen, att båda de citerade författarna beträffande Åreskiffrarnas ställning skulle ha kommit fram till väsentligen annat resultat.

Fram emot sekelskiftet var så en epok i den svenska fjällforskningen avslutad. En på grundlig rekognoscering fotad arbetshypotes hade förskaffats, som på ett tillfredsställande sätt syntes förklara de flesta av fjällbyggnadens stora problem. Att en eller annan detalj därvid något våldsamt måste införpassas i den all-

männa ramen, var ju inte att förvåna sig över. I stort stodo ock dåvarande med fjällproblemet förtrogna svenska geologer på den Törnebohmska ståndpunkten; oppositionen leddes huvudsakligen av Svenonius, som konsekvent förfäktade sin uppfattning om fjällbergarternas primära stratigrafi gentemot de stora överskjutningarnas »spöklika kälkbacksåkning».

Med det nya århundradet förflyttas fältundersökningarna till stor del norrut till Lapplands fjällområden. Först i raden av nya undersökningar kommer Holmquists profil över fjällområdena mellan Kvikkjokk och norska kusten (7.), ett på många sätt idéväckande och uppslagsrikt arbete. Förf. urskiljer här en seveformation och en köligrupp, som enligt beskrivningen vid karteringen utan svårighet kunna hållas isär, i det den mycket enformiga sevegruppen petrografiskt och geologiskt bestämt skiljer sig ifrån köligruppens livligt skiftande serie av milda skiffrar. I detta sammanhang är främst av betydelse förf:s framhållande av de intrusiva bergarternas kontaktmetamorfa inverkan på sevebergarterna, som utförligt diskuteras (hornfelsartade glimmerskiffrar). Efter förf:s egna ord torde denna av intrusiven framkallade metamorfos kunna även inom kölibergarter ge upphov till typer, väsentligt avvikande från den vanliga utbildningen. Det heter sålunda: »Ehuru väl det norska områdets glimmerskiffrar, särskilt i närheten av Saltenfjord, äro fullt så kristalliniska som den för den svenska sevegruppen utmärkande glimmerskiffern, och ofta t. o. m. visa ett grövre gry än denna, så fordra dock de stratigrafiska och geotektoniska förhållandena, att dessa kusttrakters glimmerskiffrar anses för metamorfoserade köliskiffrar.» Även på svensk sida uppträda köliskiffrar med avvikande utbildning, och deras läge inom seveskiffrarna måste förklaras genom »mycket komplicerade veckningsrörelser». Förf. själv tvekar ej angående den tydning, han givit seve- och kölibergarternas förhållande till varandra, om man ock har svårt att värja sig för den misstanken att bevisföringen i någon mån är en circulus in demonstrando; p. gr. a. försöken att särskilja köli- och sevetyper konstrueras tektoniken, som sedan göres ansvarig för särskiljandet av sagda typer, där de synas petrografiskt konvergera. Kontakterna mellan de både formationerna synas ej i de flesta fall ha varit åtkomliga för direkta iakttagelser. Förf. betonar inom detta område sevebergarternas rikedom på olikartade typer och framhåller önskvärdheten av kemiska analyser.

Ett par år senare publicerar Holmquist sin Torneträskprofil (8.). Här kan man kanske säga att för första gången de petrogenetiska synpunkterna verkligen ligga till grund för tydningen av tektoniken.

Förf. söker med erkännansvärd omsorg urskilja de olika formationsleden på grund av deras rent petrografiska karaktär och arten av den metamorfos de undergått. Att svårigheterna härvidlag äro ansenliga framgår av den ännu fortsättande polemiken angående t. ex. hårdskiffrarnas genesis, där förf. först förfäktat en tydning såsom kataklastiska eruptiv, men senare övergått till att betrakta dem som primärt skiktade sediment. Den intima växellagringen mellan kalksten, svarta fyllistiska skiffrar samt granatglimmerskiffer i västra delen av profilen tydes som en sammanveckning av silur (kalk och fyllit) och urberg (granatglimmerskiffern). Törnebohm vänder sig mot denna tydning, framhållande svårigheterna att förklara denna egendomliga mekaniska växellagring. Problemet kan knappast anses slutdiskuterat. I denna avhandlings andra och reviderade upplaga (9.) meddelas för första gången ett antal analyser av de integrerande bergarterna, som emellertid äro ofullständiga och väl därför ej underkastats någon närmare diskussion. Alla utom en hänföra sig till eruptivt eller hårdskiffermaterial, undantaget är en granatglimmerskiffer.

Trots det beaktansvärda försöket i denna avhandling att verkligen tränga in i bergarternas väsen, har det knappast lyckats förf. att slutgiltigt besvara frågan angående de starkast metamorfa bergarternas (hårdskiffrarnas, de bruna granatglimmerskiffrarnas) genesis. De senare antagas tillhöra urberget, till synes mest p. gr. a. deras habituella likhet med i trakten anstående urbergsskiffrar.

Följa så de sista 5 årens undersökningar i Routivaara—Kebnekaise och Vilhelmina samt i Norge.

Redan på våren 1915 framlade Gavelin i ett föredrag inför Geol. Föreningen de huvudsakliga resultaten av sina undersökningar över Routivaaraområdet och framhöll som sin mening, att de där förekommande typiska seveskiffrarna vore att uppfatta som genom kaledoniska eruptiv kontaktpåverkad östlig silur. Samma år framlade Quensel i ett föredragsreferat sina preliminära resultat av rekognosceringen utav Kebnekaiseområdet, varvid i stort sett enahanda synpunkter gjorde sig gällande. På båda områdena tydes den kristallina seven som i stort en genom de kaledoniska eruptivens pneumato-hydatogena kontaktinverkan framkallat kristallinisk modifikation av de siluriska skiffrarna av östlig (Routivaara) eller västlig (Kebnekaise) facies.

Följande år (1916) möter oss V. M. Goldschmidts arbete över Trondhjemgebitets kalksiliktgnejser (10.), vari förf. uppvisar övergångsleden mellan de obetydligt metamorfoserade siluriska sedimenten och de högmetamorfa gnejserna inom det meta-

morfa ströget, och visar att kalksilikatgnejserna därstädes ej representera någon självständig horisont utan blott de starkast metamorfoserade ekvivalenterna till angränsande siluriska märgelskiffrar. De kristallina bergarternas mycket olika gry (deras sandigkorniga beskaffenhet) visas ej vara beroende av sandstens- eller tuffogent utgångsmaterial, utan är en strukturell förändring i samband med mineralnybildningen. Flera nyutförda analyser lämnas som stöd för författarens ståndpunkt. Arbetets resultat kan sägas vara koncist sammanfattade i kartskissen, som återger fördelningen av Trondhjemsfältets olika skiffrar med hänsyn till graden av regional metamorfos. En första början är här given till en systematisk indelning av de regionalmetamorfa bergartsgrupperna ur genetisk synpunkt och med beaktande av såväl graden av metamorfos som dess rent geologiska ursprung.

1917 publicerar Quensel en undersökning över de kataklastiska bergarterna inom Kebnekaiseområdet (11.). Inom den s. k. mylonitskollan är det övervägande eruptivt material, som här underkastats olika grader av mekanisk krossning, och allt efter intensiteten och graden av, samtidig förskiffring uppstå mycket olikartade slutprodukter. Förf. anser utgångsmaterialet sannolikt vara såväl utefter förskjutningsplanen medsläpat urberg som kaledoniska eruptiv. De kemiska förändringarna i samband med mylonitiseringen diskuteras och antagas vid ultrametamorfosen kunna nå en betydande storleksordning.

1919 framlägga Quensel och Gavelin ytterligare belägg för sina förut i korthet refererade åsikter angående sevebergarternas nära kemiska sammanhörighet med vissa utbildningsformer inom de siluriska sedimentserierna.

Quensels uppsats (12.) hänför sig till sevebergarterna inom Kebnekaiseområdet och deras geologiska och petrografiska ställning. Förf. ingår på seveskiffrarnas mineralsammansättning och kemiska karaktär och betonar deras geologiska förband å ena sidan till de stora amfibolitmassiven, å andra sidan till den västliga siluren, där en rad intermediära typer synas förmedla övergången. En analys av typisk sevegnejs meddelas. Gavelin publicerar tre nya analyser av de sedimentära leden inom Routivaarafältet (13.) från en ren silurisk lerskiffer till en kontaktskiffer inemot de kaledoniska eruptiven och diskuterar utförligt de kemiska förändringarna som inträtt under förutsättning att analysmaterialet representerar likartat utgångsmaterial. Förf. antager att den seveliknande kontaktskiffern (en granat-kvarts-muskovit-biotitskiffer) utgör en högkristallin modifikation av den siluriska lerskiffern inemot eruptivkontakten.

Samma år publicerar Holmquist en uppsats om seveskiffrarnas sammansättning (14.) däri han söker reducera beviskraften av det framlagda analysmaterialet genom att referera en del fall, där den kemiska sammansättningen hos en bergart väsentligt förändrats genom metamorfosens inverkan. Denna uppsats framkallar ytterligare diskussion i frågan angående de kristallina bergarternas kemiska karaktär och dess tydning. Quensel (15.) framhåller olikvärdigheten i den geologiska utveckling, som å ena sidan leder till en pelitiserad eruptivbergart, å andra sidan genom en eruptivbergarts mer eller mindre direkta kontaktinverkan till ett magmatiserat sediment. För seveskiffrarna torde enligt dessa synpunkter större kemiska förändringar i den av Holmquist antagna riktningen ej vara tillämpliga. Ett antal nya analyser publiceras såväl av typiska kölibergarter som av sevebergarter från Vilhelmina socken, dit de sista årens undersökningar förlagts, och som förf. anser stödja hans ovan angivna ståndpunkt. Gavelin (16.) och Backlund (17.) fasthålla ävenledes gentemot Holmquists bevisföring sina uppfattningar, att seveskiffrarnas genom analyserna fastslagna kemiska sammansättning ej står i något motsatsförhållande till de angränsande Kambrosiluriska sedimenten, som alltså, då de geologiska fältiakttagelserna samstämmigt synes peka därhän, måste anses såsom genom eruptiven påverkade derivat därav.

Om det sista årets betydelsefulla publikationer måste jag fatta mig kort. 1920 publicerar Carstens (18.) sina nya undersökningar över Trondhjemsfältets bergarter, vari förf. kommer till det resultatet, att på norsk sida skillnaden mellan seve- och kölityper ej längre kan upprätthållas som två olika formationstyper.

Senare samma år utkommer A. G. Högboms omarbetade upplaga av Geol. beskr. över Jämtlands län (19.), vari förf. intar en neutral hållning gentemot de omstridda seveskiffrarnas stratigrafiska läge. Sålunda bibehållas termerna seveskiffrar och köliskiffrar såsom bekväma beteckningar för två i stort sett petrografiskt väl karakteriserade och från varandra skiljbara huvudgrupper av de kristallina fjällskiffrarna, utan att däri inlägges någon betydelse av mot varandra avgränsade åldersgrupper.

Sist i ledet av publikationer på detta område kommer Goldschmidts nya arbete om Stavangerfältet (20.), där förf. på ett åskådligt och övertygande sätt framlägger sin uppfattning om injektionsgnejserna såsom genom kaledoniska eruptiv framkallade högkristallina utbildningsformer av kambro-siluriska sediment. Arbetet utgör ett betydande steg framåt i riktning mot en verklig förståelse av våra metamorfa fjällskiffrars genesis och utveckling.

Om det också ännu är för tidigt att vilja anse de skandinaviska fjällskiffrarnas hela invecklade problem nalkas sin slutgiltiga lösning, så torde det dock kunna sägas, att de resultat, som hitintills vunnits genom dessa bergarters mera ingående undersökning, ge en ny och i många hänseenden väsentligen modifierad bild av fjällkedjans hela utveckling. I närvarande stund finnes ej samma benägenhet som förut att blott på grund av en viss habituell likhet i den metamorfa dräkten sammanföra de kristallina seveskiffrarna till en enhetlig stratigrafisk horisont. I stället blir nu vårt mål att, i medvetenhet om de komplexa förändringar dessa bergarter undergått, i första hand beakta arten av de geologiska krafter, vilka här bidragit att förläna ursprungligen kanske mycket heterogent material sin enhetliga dräkt. Intresset kommer därmed självmant att inriktas på försök att fläka upp de metamorfa bergartskomplexen i deras geologiska enheter. Att de krafter, som varit verksamma vid de kristallina fjällbergarternas omdaning på det intimaste sammanhänga med bergskedjebildningen i sin helhet utgör bevis nog för nödvändigheten av att ägna dem sin fulla uppmärksamhet, om man vill nå fram till det skandinaviska fjällproblemets slutgiltiga lösning.

Litteraturförteckning.

1. TÖRNEBOHM, A. E. En geognostisk profil öfver den skandinaviska fjällryggen mellan Östersund och Levanger. K. V. A. Övers. 1872.
2. — Über die Geognosie der schwedischen Hochgebirge, K. V. A. Bih. 1, 12. (1873).
3. — Om fjällproblemet. G. F. F. 10 (1888).
4. — Om sevegruppen och Trondhjemsfältet. G. F. F. 14 (1892).
5. HÖGBOM, A. G. Geologisk beskrifning öfver Jämtlands län. S. G. U. Ser. C. 140 (1894).
6. TÖRNEBOHM, A. E. Grunddragen af det Centrala Skandinaviens bergsbyggnad. K. V. A. Handl. Bd 18 (1896).
7. HOLMQUIST, P. J. En geologisk profil öfver fjällområdena emellan Kvikkjokk och norska kusten. G. F. F. 22 (1900).
8. — En geologisk profil öfver den skandinaviska fjällkedjan vid Torneträsk. G. F. F. 25 (1903).
9. — Die Hochgebirgsbildungen am Torneträsk in Lappland, G. F. F. 32 (1910).
10. GOLDSCHMIDT, V. M. Die Kalksilikatgneise und Kalksilikatglimmerschiefer des Trondhjemgebiets. Vid. Selsk. Skr. 1915.

11. Quensel, P. Zur Kentniss der Mylonitbildung, erläutert an Material aus dem Kebnekaisegebiet. Bull. Geol. Inst. Uppsala. XV (1917).
12. — De kristallina sevebergarternas geologiska och petrografiska ställniug inom Kebnekaiseområdet. G. F. F. 41 (1919).
13. Gavelin, Axel. Till frågan om de kristallina seveskiffrarnas ursprung och metamorfos Ibid. 41 (1919).
14. Holmquist, P. J. Några ord om de sedimentära seveskiffrarnas sammansättning och geologiska ställning. Ibid. 41 (1919).
15. Quensel, P. Nya data till kännedomen om seve- och kölibergarternas kemiska karaktär. Ibid. 41 (1919).
16. Backlund, Helge. Om kemiska förändringar vid metamorfos. Ibid. 41 (1919).
17. Gavelin, Axel. Ännu några ord om de kristallina seveskiffrarna. Ibid. 41 (1919).
18. Carstens, C. W. Oversigt over Trondhjemsfeltets bergsbygning. Vid. Selskabs Skr. Trondhjem 1919.
19. Högbom, A. G. Geologisk beskr. över Jämtlands län. 2:a uppl. S. G. U. Ser. C 140 (1920).
20. Goldschmidt, V. W. Die Injektionsmetamorphose im Stavangergebiete. Vid. Selsk. Skr. 1920.

Svensk mineralogisk forskning.

En återblick

av

G. Aminoff.

Svensk mineralogisk forskning har till sin karaktär alltid varit övervägande *deskriptiv.* I lösandet av den allmänna mineralogiens problem hava svenska vetenskapsmän endast undantagsvis deltagit, under det att vårt land i den speciella, beskrivande mineralogien gjort stora och bestående insatser.

Man söker gärna efter en förklaring till detta förhållande, i synnerhet som Sverige inom andra exakta naturvetenskaper alltid gått i främsta ledet, då det gällt att lösa de teoretiska problemen. Måhända ligger förklaringen delvis i mineralogiens osjälvständiga ställning vid universiteten, vilken givetvis medfört att den vetenskapliga undervisningen i särskilt teoretisk mineralogi fått träda tillbaka för undervisningen i den med det praktiska livet närmare förenade geologien.

Till att svensk mineralogi varit så ensidigt deskriptivt betonad bidrager emellertid säkerligen också i mycket hög grad vårt lands utomordentligt stora rikedom på vetenskapligt intressanta mineral. Få mineralfyndorter av så stort intresse som de värmländska torde vara kända, och vad speciellt Långbanshyttan beträffar måste denna fyndort placeras i en klass för sig, såväl med hänsyn till mineralens antal som med avseende på deras säregna sammansättning. Man kan utan överdrift säga, att härigenom vetenskaplig undersökning av särskilt våra värmländska mineralfyndorter varit och fortfarande är en nationell uppgift, som vi helt enkelt icke kunna undandraga oss. Utan tvivel är det delvis en känsla härav, som kommit de svenska mineralogerna att företrädesvis odla den deskriptiva sidan av mineralogien.

Den rena *geometriska* kristallografiens problem torde så gott som aldrig hava behandlats från svensk sida. Härmed sammanhänger förmodligen ett hos oss överraskande ringa intresse för de instrumentella hjälpmedeln inom kristallografien, som väl bäst illustreras genom att påpeka huru den tvåkretsiga goniometern, detta för den geometriska kristallografien oumbärliga instrument, hann fylla 24 år innan det första exemplaret inköptes till vårt land (1916).

Beträffande kristallmätning äro emellertid att anteckna två från svensk sida beskrivna anordningar för mätning av mikroskopiska kristaller, nämligen av BRÖGGER och HAMBERG. Till den geometriska kristallografien bör väl också närmast räknas det intressanta bidrag till diskussionen av kristalltvillingsproblemen, som av BRÖGGER lämnats genom beskrivningen av hydrargillitens tvillingbildning. Samma forskares undersökningar av katapleitens och trimeritens pseudosymmetri, liksom RAMSAYS arbete över milarit, hava även ökat vår kunskap om denna företeelse.

Bland dem som arbetet på uppbyggandet av *kristallstrukturläran*, denna sällsynt vackra frukt av teoretisk forskning, förekommer intet svenskt namn. Glädjande nog finnas dock numera i Stockholm och Lund åtminstone en del av de instrumentella resurser, vilka erfordras för utförande av experimentella kristallstrukturforskningar. En del undersökningar av denna art äro redan publicerade av FÖRF. samt av HADDING.

Inom den *fysikaliska* kristallografiens område föreligga däremot ett par betydelsefulla insatser från svensk sida. Främst äro här att nämna BÄCKSTRÖMS arbeten över kristallernas termiska och elektriska egenskaper, vilka delvis äro av grundläggande betydelse på detta område, samt HAMBERGS undersökningar över kalkspatens förhållande till lösningsmedel, vilka utmärka sig för stor originalitet och noggrann iakttagelse. Att beklaga är endast, att undersökningarna avbrötos. Införandet av den tvåkretsiga goniometern i undersökningsmetodiken skulle väl också med all sannolikhet hava åt den svenska forskningen tillförsäkrat de vackra experimentella resultat, som sedermera vunnits på samma område av V. GOLDSCHMIDT och hans elever.

Beträffande etsfigurer föreligga vidare arbeten av HAMBERG (adular) samt av WALFR. PETERSON (beryll).

Inom kristalloptiken äro arbeten av allmänt innehåll mycket fåtaliga. W. RAMSAY publicerade en utvidgning av prismametoden för bestämning av brytningskoefficienter samt en undersökning över epidotens absorptionsförhållanden. SUNDIUS har vidare under de senaste åren offentliggjort studier över sambandet mellan kemisk

sammansättning och optiska egenskaper hos skapolitmineralen, varjämte Magnusson behandlade samma problem hos olivinmineralen, under det att Zenzén studerade sambandet mellan täthet och ljusbrytning hos ortitmineral.

I detta sammanhang bör också nämnas J. E. Strandmarks vackra undersökning över bariumfältspaterna.

Till den fysikaliska mineralogien höra slutligen också Holmqusts studier över mineralens hårdhet.

Den *kemiska* kristallografien synes jämförd med den geometriska och fysikaliska hava tillvunnit sig ett betydligt större intresse i vårt land. Inom den period, varom här är fråga, falla J. H. L. Vogts stora arbeten över slagger, Bäckströms mineralsyntetiska studier samt det Brögger—Bäckströmska samarbetet över granatgruppens mineral. Vidare Holmquists syntetiska studier över perowskit- och pyrochlormineralen samt smärre studier över kiselsyremodifikationernas fysikaliska kemi av Holmquist samt av Quensel. Hj. Sjögren har även i den kemiska mineralogien nedlagt stort intresse, varvid han för samarbete lyckades förvärva R. Mauzelius, vilken såsom mineralanalytiker måste betraktas såsom en enastående kapacitet, och vilken härigenom gjort den svenska mineralogiska forskningen ovärderliga tjänster.

Den modärna fysikalisk-kemiska mineralogien har väl ännu knappast fått fast fot i Sverige. Bland de få arbetena på detta till den teoretiska petrografien gränsande område bör nämnas Harald Johanssons studier över eutektiska blandningars sammansättning.

Som ovan nämnts är det inom den *beskrivande mineralogien* som den svenska forskningen gjort sin ojämförligt största insats. Att på dessa få sidor giva en föreställning om vad som här uträttats — och vad som ännu återstår att göra — är otänkbart. Några antydningar försvara dock sin plats. Storverket inom detta område och ett arbete som intager en rangplats inom hela den mineralogiska litteraturen, är Bröggers beskrivning över Langesundsmineralen. Visserligen är materialet ej svenskt, ej heller författaren, men undersökningen är dock verkställd vid svensk högskola, varför vi också i viss mån äga rätt att räkna detta arbete till den svenska mineralogiska forskningen. Detta arbete höjer sig vida över den beskrivande vetenskapens allmänna nivå. De gjorda iakttagelserna sammanställas med förut kända fakta och alla tillfällen till diskussion av djupare liggande problem utnyttjas. I utarbetandet av detta jättearbete deltogo flera svenskar och under dessa år utbildades

åtskilliga mineraloger, vilkas namn sedermera skulle göra sig kända inom vetenskapen, Bäckström, Hamberg, Flink, Ramsay, Ussing, m. fl. Den förlust, som den svenska mineralogien gjorde, då Brögger kallades tillbaka till sitt fädernesland, var mycket stor.

Den centrala platsen inom vad som är helt och hållet svensk mineralogi intager emellertid litteraturen om de värmländska mineralfyndorterna. Man finner här så gott som alla svenska mineralogers namn, Nordenskiöld, Ant. och Hj. Sjögren, Blomstrand, Igelström, Hamberg, Flink, Bäckström, för att nu endast nämna de mest kända.

Under det att en del av de mineralogiska upptäckter, som gjort dessa fyndorter berömda, gjordes redan på 1860-talet, infaller väl dessa gruvors mineralogiska guldålder först senare.

Vid Långbanshyttan upptäcktes under 1870-talet bl. a. manganosit (Blomstrand), ekdemit samt blysilikaten ganomalit och hyalotekit (A. E. Nordenskiöld), alla märkliga representanter för två av de paragenetiska grupper, vilka särskilt karakterisera denna fyndort, nämligen mineral med låg syrsättningsgrad samt blysilikat.

Fynden vid Långbanshyttan fortsätta under 1880- och 1890-talen, varunder dels de förut kända mineralen göras till föremål för ingående studium i anledning av nya fynd, dels även nya mineral beskrivas. Sålunda beskrevs långbanit 1887 (Flink), adelit 1893 (Hj. Sjögren), urbanit 1896 (Hj. Sjögren). Det första decenniet av 1900-talet blev en glansperiod för Långbanshyttan. 1902 beskrev Flink det nya blysilikatet molybdofyllit samt det ansenliga fyndet av pyroaurit. Under denna period gjordes också de stora fynden av gediget bly, vilka ännu ej varit föremål för närmare studium. I samband härmed påträffades de båda manganohydraten pyrochroit och bäckströmit, av vilka det förra visserligen var känt sedan länge, ehuru ej i så väl kristalliserad form. Vidare de vackra fynden av allaktit (förf.) och tilasit samt de med granatskarnet associerade mineralen barysilit (Hj. Sjögren), inesit (Flink), thaumasit (Flink) och apofyllit i skiftande typer. Under denna period börja också fynden av de märkliga kalkspatkristaller, vilka bearbetats av Flink samt sedermera av förf. Efter några års avbrott i mineralfynden synes nu återigen Långbanshyttan befinna sig i en mineralogiskt givande period. 1916 beskrevos nasonit (förf.) och margarosanit (Flink), varigenom blysilikatens antal ökats till sju. De senaste åren hava lämnat de nya mineralen pyrobelonit (Flink), det första vanidinatet vid fyndorten, de båda arseniten armangit (förf. och Mauzelius) och trigonit (Flink) samt det högst märkliga dubbelsaltet av kiselsyra och arseniksyrlighet, som av

Flink beskrivits under namn av dixenit. Åtskilliga tiotal av mineral, som iakttagits av Flink, och av vilka de flesta torde vara nya, vänta ännu på sin undersökning.

Ingen svensk forskare torde hava i så hög grad bidragit till att Långbanshyttans mineralogiska skatter blivit tillvaratagna och undersökta som G. Flink. Hans långvariga och outtröttliga arbete i den mineralogiska vetenskapens tjänst har till övervägande del ägnats de värmländska mineralfyndorterna, särskilt Långbanshyttan. Han har här ej endast genom sina egna undersökningar gjort vetenskapen stora tjänster, utan även tack vare sin enastående blick för mineralen såsom samlare försett flera av våra andra mineraloger med undersökningsmaterial av största intresse.

I detta sammanhang torde förtjäna att påminnas om att äran av upptäckten av den högst märkliga mineralfyndorten Narsarsuk på Grönland också tillkommer Flink. I N. O. Holsts ägo hade 1893 kommit en samling grönländska mineral utan närmare angiven fyndort. Dessa undersöktes av Flink. Resultaten blevo så märkliga att danska staten ansåg sig böra sända någon till Grönland för att söka finna fyndorten för mineralen. Valet föll på Flink, som avreste sommaren 1897 och förvånade den mineralogiska världen genom att i det inre av fjorden Tunugdliarfik verkligen påträffa denna sagolika fyndort. De fynd som gjordes överträffade alla förväntningar. Materialet kom enligt överenskommelse i danska statens ägo, men undersöktes av Flink vid Stockholms Högskola.

I litteraturen över Harstigen möta vi huvudsakligen namnen Hamberg och Flink. Hamberg undersökte härifrån det gedigna blyet samt diskuterade dess uppkomst. Vidare beskrev han de nya mineralen pyrofanit, ganofyllit, karyopilit och flinkit samt tillsammans med Flink arseniatet sarkinit. Fyndortens berömda rodonit underkastade han också en noggrann undersökning. Av Flink beskrevs de nya mineralen trimerit (tillsammans med Brögger), stibiitet ochrolit samt harstigit, varjämte han bl. a. gjorde studier över rodoniten samt påvisade förekomsten av friedelit. Det för fyndorten särdeles karakteristiska arseniatet brandtit undersöktes av A. E. Nordenskiöld och Lindström samt helt nyligen av förf. Det egendomliga, med apatitgruppen besläktade arseniaten svabit, beskrevs av Hj. Sjögren. En paragenetisk studie över fyndorten gjordes av Hamberg. De två korta tidsperioder, under vilka Harstigsgruvan bearbetades, voro synnerligen fruktbärande för den mineralogiska forskningen. Tyvärr torde väl knappast utsikter finnas för att arbetet här någonsin skall återupptagas.

Till Nordmarkens mineralogi äro en hel del av våra berömda

mineralogiska namn knutna. Flink har här bl. a. nedlagt ett omfattande arbete på undersökningen av fyndortens i alla samlingar representerade pyroxenkristaller, på studier över zinkblende, scheelit m. fl. Den största uppmärksamheten hava väl under tidsperioden i fråga Hj. Sjögrens undersökningar över de vattenhaltiga arseniaten väckt. Dessa mineral, allaktit, diadelphit, synadelphit och hämafibrit, vartill sedermera fogades retzian, kompletterade i hög grad vår kännedom om den senaste fasen i mineralbildningen vid de värmländska mangangruvorna. Detta så mycket mera som denna association gjordes till föremål för ett synnerli'gen mångsidigt studium av Hj. Sjögren, varvid även de paragenetiska förhållandena uppmärksammades. Med undantag av hämafibrit, som påträffades av Igelström, samt retzian, som först uppmärksammades av Flink, uppdagades de övriga Mossgruvans mineral av Ant. Sjögren. Förutom nu nämnda mineralgrupp hava vidare särskilt Nordmarkens humit-mineral varit föremål för Sjögrens ingående undersökningar. Härvid beskrevs även ett nytt led i humitserien, nämligen prolektit. Vid studiet av denna mineralgrupp kunde Sjögren använda den erfarenhet han förskaffat sig vid undersökningen av den märkliga humitförekomsten vid Kaveltorp, vilken han tidigare undersökt.

Under det senaste decenniet torde Nordmarken hava varit föga givande i mineralogiskt hänseende. Bland fynd från denna tid böra dock nämnas katoptrit (Flink), ett med den Igelströmska manganostibiiten besläktat mineral samt de praktfulla kalkspattvillingar, vilka beskrivits av Flink.

Ett kapitel för sig inom de värmländska mineralfyndorternas historia utgör Sjögruvan. Denna i flera avseenden med Långbanshyttan besläktade manganmalmsförekomst upptäcktes av Igelström, vilken härifrån beskrev flera nya mineral, vilka dock måhända tarva en ny kritisk undersökning. Igelströms energiska arbete i mineralogiens tjänst har i hög grad främjat vår kännedom om de värmländska mineralfyndorterna. Det förtjänar kanske att påminna om att han upptäckt bl. a. mineralen pyrochroit, monimolit och manganofyll, alla vid Pajsberg, pyroaurit vid Långbanshyttan, manganepidot vid Jakobsberg.

I grannskapet av de klassiska värmländska manganförekomsterna ligger också en pegmatitförekomst, som väckt ett visst intresse, nämligen Åskagen, vars mineralogi bekantgjorts av Hj. Sjögren. Han återfann här det av Benedicks från Österby i Dalarna beskrivna yttriumsilikatet thalénit samt påvisade den egendomliga förekomsten gedigen vismut i pegmatiten. I övrigt faller det egent-

liga arbetet med våra pegmatitförekomster knappast inom de senaste 50 åren. Spridda bidrag av intresse hava dock lämnats under de senaste decennierna. Hit hör HAMBERGS undersökning av en egendomlig pegmatitgång vid Skrumpetorp, där jättelika turmalinkristaller påträffades samt det för Sverige nya mineralet triplit. Vidare Tenows undersökning av en albitpegmatit vid Stripåsen samt IVAR NORDENSKIÖLDS översikt av Ytterbypegmatitens mineral. Slutligen bör här nämnas BACKLUNDS beskrivning av amblygonit från Utö. En enda kristall av detta mineral hade påträffats 1902. I samband med optisk undersökning av denna kristall gjordes en exkursion till fyndorten för att ändå om möjligt finna mera material av det sällsynta mineralet. Resultaten blevo lika glädjande som överraskande så till vida att mineralet påträffades i så avsevärd mängd, att det numera måste anses såsom ett av Utö pegmatitens mest karakteristiska lithiummineral.

Värmlandsgruvornas och pegmatiternas mineral hava alltid varit föremål för våra mineralogers främsta intresse. Vid sidan härav intaga andra fyndortstyper en underordnad ställning. Bland mineralfyndorter, vilka under den tid, varom är fråga, varit föremål för studium, böra emellertid ett par nämnas. Hit höra de båda skifferkomplexen Västanå och Horrsjöberget med sina nära besläktade mineralassociationer. Vid Västanå är särskilt mineralkemisten BLOMSTRANDS namn knutet. Han beskrev härifrån en serie komplicerat sammansatta fosfat och påträffade även det redan vid Horrsjöberget av IGELSTRÖM upptäckta mineralet svanbergit. Mineral från Horrsjöberget hava i senare tid även varit föremål för FLINKS undersökningar.

De sörmländska eulysiternas mineralbestånd har undersökts av PALMGREN, varvid för första gången i vårt land konsekvent användes de av FEDOROV införda mineraloptiska undersökningsmetoderna. Riddarhyttans säregna mineralassociation har nyligen varit föremål för behandling av GEIJER, varvid törnebohmit avskildes såsom ett särskilt mineralspecies. GAVELIN fann i Ruotevarekomplexets korundbergarter ett nytt mineral, troligen tillhörande titanjärngruppen, vilket fick namnet högbomit. Slutligen bör nämnas det i kristallografiskt hänseende värdefullaste fynd, som gjorts i vårt land, nämligen edingtonitkristallerna från Bölet. Dessa undersöktes först av OTTO NORDENSKIÖLD, sedermera av HJ. SJÖGREN och FLINK, men torde dock, särskilt med hänsyn till de för kristallerna karakteristiska lösningsaccessorierna, vara förtjänta av en ännu mera ingående undersökning med tillhjälp av tvåkretsig goniometer.

Ovanstående rader äro ju närmast tillkomna med anledning av Geologiska Föreningens 50-årsjubileum. Det synes emellertid förf. som om denna korta översikt dessutom kunde tänkas fylla en annan uppgift, nämligen att på samma gång den påminner om den stora tacksamhetsskuld, i vilken den yngre generationen svenska mineraloger står till sina föregångare, den även i vidare kretsar fäster uppmärksamheten på betydelsen av att svensk mineralogisk forskning beredes tillfälle att uppehålla de gångna decenniernas vackra traditioner. Nedan bifogade, av Dr. Flink lämnade, förteckning över ännu ej beskrivna mineral från Långbanshyttan torde bäst belysa nödvändigheten av att den mineralogiska forskningen i vårt land befrämjes.

Lista på mineral från Långban, som kräva undersökning,

upprättad av Gust. Flink.

Författaren till dessa rader har under de senaste 4—5 åren koncentrerat nästan all samlareverksamhet på Långbansförekomsten. Denna förekomst, redan förut livligt uppmärksammad inom fackkretsar jorden runt, har nämligen under nämnda år ryckt upp till en rangplats som, beträffande mångfalden och egendomligheten av de där funna mineralen, torde vara utan motstycke. Visserligen är antalet nya långbansmineral, som under den angivna tiden beskrivits, endast *sju*, nämligen: ektropit, svenomanganit, pyrobelonit, trigonit, dixenit, bäckströmit och armangit, men orsaken härtill är dels den, att min egen arbetsprestation i stor utsträckning tagits i anspråk för en annan, omfattande uppgift, dels och huvudsakligen den, att de kemiska analyserna, som i detta fall äro av allra största betydelse, icke i önsklig utsträckning kunnat åstadkommas dels av bristande pänningtillgång och dels, emedan *den ende* analytiker, i vars hand dessa med vissa svårigheter förenade analyser kunna anförtros, beklagligtvis av hälsoskäl i avsevärd grad varit hämmad i sin verksamhet.

Emellertid kan utan överdrift sägas, att *ingen* av de många nyheter, som under senaste mineralogiska guldåldern dykt upp ur Långbans gruvor, blivit mig främmande, tack vare välvilja och tillmötesgående från platsmyndigheternas sida samt icke minst tack vare den omständigheten att på stället funnits en samlare, vars

skarpsynthet, intresse, energi och omdöme icke kunna överskattas. Allt som under dessa gynnsamma omständigheter kommit i min besittning, både ansenligt och oansenligt, har skrupulöst lagts tillsammans och på så sätt har den samling uppstått, på vilken här en skisserad förteckning följer.

Det material som förefinnes av de särskilda numren, är kvantitativt mycket olika. Beträffande en del är tillgången god, d. v. s. så att fullständig undersökning utan svårighet kan åstadkommas; detta material betecknas med *a*. Andra mineral förekomma i sådan mängd, att fullständig undersökning med iakttagande av viss försiktighet torde vara möjlig; dessa betecknas med *b*. En tredje kategori förekommer i så ringa mängd, att endast mikroskopiska bestämningar och mikroreaktioner synas kunna anställas; dessa betecknas med *c*.

Det föreligger ju alltid möjlighet, att saker som hittills anträffats blott spårvis, framdeles kunna återfinnas i erforderlig mängd, så att även dessa kunna bli fullständigt undersökta, varföre det ansetts av vikt, att *allt* som hittills uppmärksammats, räddas från glömskan.

N:o 1. *a*. Kulformiga kristallaggregat, gulaktiga till mörkbruna; anväxta på egendomligt tavelformig pyrokroit, delvis genomlysande (frisk?), jämte luckra sfäroliter av små, ljust pärlgrå fjäll, möjligen identiska med n:o 46, samt klara tungspatstavlor.

» 2. *a*. Matt, rödgult mineral, som jämte något kalkspat bildar tunna sprickfyllnader i hausmannitblandad dolomit. Kristaller äro sällsynta och ofullständiga.

» 3. *b*. Blekt, mest färglöst mineral i sarkinitlika aggregat, jämte allaktit och omvandlad pyrokroit anväxt på tungspatstavlor eller kalkspat; även små kulor av n:o 73.

» 4. *c*. Minimala kristallgrupper av silvervitt, metalliskt mineral. Förekomst identisk med föregående.

» 5. *c*. Blodröda, små romboedrar i en jordformig, grå kloritmassa, som bildar ränder och körtlar i kornig järnglans.

» 6. *c*. Gula, pseudomorfosaktiga kristaller av allaktitgestalt på blekröd krusta av manganspat tillsammans med de tre följande.

» 7. *b*. Gröngula, spetsigt romboedriska (?) kristaller på krusta som föregående jämte följande.

» 8. *c*. Små, aragonitliknande sfäroliter tillsammans med föregående och följande.

» 9. *b*. Små, dahllitlika eller stalaktitartade bildningar; mycket sparsamt tillsammans med n:o 6.

» 10. *b*. Grå, insektliknande kristallgrupper i täta krustor på sprickväggar i skarnblandad, kornig hausmannitmalm.

» 11. *b*. Gult, granatliknande antimonmineral (?) i tät krusta på kornig järnglans. Kristallerna välutbildade. Begänsas av (110) och (122); delvis täckta av kalkspat.

N:o 12. *c.* Minimala, metalliska, järnsvarta kristaller; magnetiska; kuber och oktaedrar; genomkorsningstvillingar; i hålrum på kalkspatskristaller och tungspattavlor.

» 13. *a.* Mönja (?). Mest därbt, lackrött material tillsammans med bly; stundom i tillrundade kristaller; tillsammans med dylika av bly eller koppar.

» 14. *c.* Allaktitartat mineral i små kristallgrupper på bäckströmit. Kristallerna icke platta, utan mer nålformiga.

» 15. *c.* Små, färglösa, flusspatartade kristaller, delvis inväxta i kolloidala karbonat(?)-kulor (n:o 73) jämte pyrokroit i storspatig kalk.

» 16. *b.* Gulgrå, små, tavelformiga kristaller i täta kruston tillsammans med små kalkspatstavlor och bildningar liknande n:o 8; på sprickytor i skiffrigt randigt skarn.

» 17. *a.* Större, schefferitliknande kristaller, gulgrå med klyvbarhet; i violett hedyfan; kristallerna helt inväxta och mest ofullständiga.

» 18. *a.* Gult, scheelitartat, därbt mineral i kantiga avsöndringsstycken, tillsammans med små formrika kalkspatkristaller och askgrå, kolloidalbildning på gult pyroxenartat (?) underlag.

» 19. *a.* Järnsvart, metalliskt mineral med stängligt bladig avsöndring. En del ytor uppbyggda av kristallelement; pulver *brunt.* Hausmannit?

» 20. *b.* Gult kloritartat, dels i bladiga partier, dels i prismatiska individer vinkelrätt mot klyvbarheten, omgivet av en kalkspatzon i skarnbildning av därb omvandlingsprodukt.

» 21. *c.* Välutbildade, nästan mikroskopiska, brunröda, kort prismatiska kristaller med något kalkspat. Tillsammans med följande.

» 22. *c.* Mycket små, sirliga, gips- eller stilbitliknande kristaller jämte kalkspat och föregående i drushål i en tät grå skarnmassa. Stycket unikt; från gruvorten England.

» 23. *c.* Radialt-kalottformigt orienterade kristallstänglar med transversal klyvbarhet, utbredda på en sprickfyllnad av kalkspat. Unik.

» 24. *b.* Sulfidiska, kulformiga, små kristallgrupper, än silvervita, än kopparröda tills. m. tungspattavlor och kalkspat på väggar till hålrum i granatskarn och bornit (?). Unik.

» 25. *c.* Klara, vingula hexagonala kristaller, ett par mm. långa, $(10\bar{1}0)$ och (0001), glänsande, tills. m. ungef. lika stora kalkspatskristaller; druser i grå dolomit.

» 26. *c.* Gulgrå, prismatiska krist., något liknande tilasit av viss typ; tills. m. spetsiga kalkspatkrist. och hausmannit; det hela sotsvart av någon sekundär bildning.

» 27. *c.* Realgarröda, ytterligt små, spetsigt nålformiga kristaller jämte små kalkspatkrist. och jordformig, grå omvandlingsprodukt; drushål i kornig järnglans.

» 28. *b.* Bruna, granatlika kulor, synbarligen aggregat av minutiösa krist.; tills. m. hedyfankristaller, kalkspat, tungspat och de båda nästföljande; i hålrum i en breccieartad anhopning av järnglans och schefferit.

» 29. *c.* Klara, nålformiga, små kristaller tills. m. föregående och nästföljande i sprickor, som genomsätta kornig järnglans. Samma

eller liknande förekommer på annan stuff av likartad huvudmassa. De nålformiga, små kristallerna förekomma här närmast på en ljusbrun krusta av karyopilitartad struktur, jämte kalkspat och idealiskt utbildade tungspatskristaller (?).

N:o 30. *c.* Svarta, något prismatiska och tillspetsade krist. i små grupper tills. m. de båda föregående; bilda en karaktäristisk grupp, 28 något ymnigare, 30 sparsammast.

» 31. *b.* Margarosanitlika, snövita, kristaller med eminent klyvbarhet, anordnade i strålformiga aggregat i större spricka, tills. m. tungspat och ett gult eller brunt mineral i allaktitliknande kristaller; två goda stuffer och möjligen detsamma i små mängder på andra.

» 32. *c.* Små grupper av gräsgröna krist. tills. m. ett stängligt, snövitt mineral, som möjligen är identiskt m. föregående; förekomsten likartad.

» 33. *b.* Gula, pseudomorfosartade krist. erinrande om allaktit till form, men också ej olika n:o 6. De äro stundom urholkade, så att endast ett tunnt skal återstår; i kornig järnglans.

» 34. *a.* Järnsvart med egendomlig klyvbarhet, i regeln oktaedrisk, men stundom tydligen i andra riktningar; magnetiskt (= »manganomagnetit»?) Förekommer med kalkspat i en grå tefroitlik substans.

» 35. *a.* Svart metalliskt, utan klyvbarhet; diamantglänsande som zinkblände; tills. m. 39.

» 36. *a.* Monimolitartat, väl kristalliserat, ljust gult till mörkt brunt; möjligen två varieteter; med kalkspat och röd manganofyll på sprickor i småkornig järnglans. Ett av de vackraste i samlingen.

» 37. *c.* Ljusgula, tetragonala, scheelitartade kristaller, stundom utfrätta och ihåliga; tills. m. cerussitliknande bildningar av olika typer samt gul, jordformig sönderdelningsprodukt och kalkspat; i järnglans.

» 38. *c.* Blå, hexagonal kristall (apatit?) och (mönja, n:o 13?) i brun, kolloidal substans med spatig järnglans.

[1] » 39. *a.* Gula, ekdemitartate, oregelmässigt grupperade tavlor utan tydlig randbegränsning; de friare individerna övergående i mer guldglänsande eller brunaktig färg; tills. m. kalkspat i en jordformig, grågrön kloritmassa.

» 40. *a.* Svarta granatliknande kristaller, men av ovanligt utseende; i kalkspat på därb magnetit.

» 41. *a.* Grått, därbt, något fasrigt, i vilket stundom utmärkta hedyfankristaller funnits inväxta; på sprickor i järnglans med småkornig schefferit.

» 42. *a.* Gräsgrönt, glasglänsande; i tunna skållor med därbt utseende. Stundom kristallytor. På sprickor dels i dolomit, dels i järnglans; tills. m. omvandlad dixenit.

» 43. *a.* Bruna, stråligt anordnade stänglar, som tills. m. kalkspat bilda

---

[1] Möjligen identiskt med n:o 6 i G. Aminoff och R. Mauzelius: »Armangite from Långbanshyttan». Denna tidskrift **42** (1920), p. 302.

sprickfyllnader i småkornig järnglans med schefferit. Två varieteter synas föreligga.

N:o 44. *c.* »Koppargrönt»; små, ljusgröna vårtor på kalkspatkristaller; oansenligt.

» 45. *a.* Blågrått, hexagonalt, med vinklar motsvarande apatitens; åtföljes av nedanstående fyra andra okända mineral; på sprickor i småkornig, blågrå järnglans.

» 46. *a.* Gulgrått (pärlgrått), fjälligt, oftast bildande utbredda krustor, vari föregående vanligen är inbäddat; bildar även luckra, kulformiga aggregat (se n:o 1).

» 47. *c.* Cerussitlikt; bildar snövita, starkt glänsande nålar i knippen och strålformiga grupper.

» 48. *c.* Livligt svavelgula, glänsande, små, kilformiga kristaller; uppträda isolerade.

» 49. *b.* Gulgrå, glänsande kristaller i grupper; glansen lik den hos föregående, men kristallformen ävensom färgen är olika; dock är ej uteslutet att 48 och 49 äro identiska.

» 50. *c.* Tavelformiga, matta kristaller, med inspringande vinkel i randbegränsningen; kan möjligen vara kalkspat.

» 51. *b.* Ytterligt tunna, klara, färglösa, hexagonala tavlor med tydlig romboedrisk randbegränsning; erinra om barysilit, men till sin dräkt helt olik vad som förut är känt om denna; tills. m. blykrist. i en egenartad, grå, fibrös bildning med större hålrum.

» 52. *a.* Orangerött, berzeliitartat i oktaedrar, inbäddat i dolomit med malmkorn; på andra stycken som rombdodekaedrar.

» 53. *a.* Egendomlig, prismatisk, nära 1 cm. lång, brunröd kristall, matt, i vit dolomit; i denna även därbt material; distinkt klyvbarhet; karyinit?

» 54. *a.* Bladigt, ganofyllitlikt; lamellerna strimmiga i *en* riktning, glänsande, brungrå; i kornig järnglans med schefferit, åtföljt av n:o 52 och brun granat.

» 55. *a.* Nasonitlikt. Bildar radialstängliga aggregat; förekommer tämligen rikligt på kalkspatkristaller.

» 56. *b.* Blekt rosenrött, inesitliknande; tills. m. föregående; helt sparsamt på ett par stuffer; säkert *ej* inesit.

» 57.[1] *c.* Små, prehnitliknande krist. i grupper på kalkspat, tills. m. nasonit; på flera stuffer, men ytterst sparsamt.

» 58. *a.* Blå glimmer; bildar små tavlor och fjäll; rikligt i dolomit med hausmannit, berzeliit samt ett brunt stråligt mineral i ringa mängd.

» 59. *a.* »Neomargarosanit», (har dock intet med margarosanit att skaffa); långsträckta, bladiga talkartade individer tills. m. de tre nästföljande; är analyserat, men materialet förmodligen ej homogent.

» 60. *a.* Antigoritlikt; tunna avlagringar på dolomitens klyvytor; kvarstå skelettartade då karbonatet bortetsas med syra; tills. m. föregående och de två följande samt berzeliit.

---

[1] N:o 57 är identiskt med »Mineral C» i G. AMINOFF: »Kristallogr. Studien» etc. Denna tidskrift **40** (1918). p. 378.

N:o 61. *a.* Matt grågult, berzeliitartat; utgör ett karaktäristiskt led i den långa raden av oundersökta berzeliitvarieteter.

» 62. *a.* Blecksvart, hausmannitartat; brottet dels mussligt, dels med plana klyvbarhetsriktningar; glänsande, brunt genomlysande i tunnaste splittror.

» 63. *a.* Gul pyroxenart; c:a $^1/_2$ cm. stora, glänsande, men tillrundade kristaller, rätt klara, stundom beklädda med små blågrå, vårtlika bildningar, förmodligen av något karbonat; i håligheter i dolomit med magnetit. En annan gul pyroxen bildar lika stora, matta, opaka kristaller, inväxta i kornig dolomit.

» 64. *a.* Bustamit? Stängligt, blekrött, rodonitartat, tills. m. mörkbrun, småkornig schefferit; skall vara analyserad av G. Lindström, men resultatet ej bekantgjort; helt olik mexikansk bustamit.

» 65. *a.* Järnsvart, bladigt, långbanitliknande; lamellerna tendera till stänglig avsöndring; kan ej vara enaxigt; något genomlysande med djupt brun färg; i en sprickfyllnad, begränsad av en blandning av rodonit, schefferit, tefroit och järnglans.

[1] » 66. *c.* Svarta, linsformiga, flacka romboedrar, inväxta mellan tungspattavlor tills. m. följande på en stuff med armangit. Den består av därb kalkspat och grå omvandlingsprodukter.

[1] » 67. *c.* Brungula rosetter av kristalltavlor, något liknande pyroauit av »nordmarkstyp»; tills. m. föregående.

[1] » 68. *c.* Gulaktiga kristalltavlor, liknande föregående, men ej så grupperade och säkert av annan natur; tills. m. tungspat i håligheter i kopparglans och bornit(?).

» 69. *a.* Antofyllit; violett-bruna stänglar i radierande anordning tills. m. livligt svavelgul richterit i rand på braunit(?) med kornig schefferit.

» 70. *a.* Sidenglänsande asbestart i hedyfan; har stundom förekommit i avsevärd mängd, men dess rätta natur är ej utredd.

» 71. *b.* Bruna, små oktaedrar tills. m. blekgul berzeliit i kornig hausmannit; är analyserat av dr. Mauzelius för c:a 20 år sedan, men resultatet är ej offentliggjort; titanhaltigt.

» 72. *a.* Snövita sfäroliter på brun kolloidal substans; sannolikt karbonat.

» 73. *a.* Stalaktitartat hölje kring pyrokroitstänglar, blekrött, kolloidalt; har vissa perioder förekommit rikligt.

» 74. *c.* Små, vattenklara kristaller, delvis inbäddade i kulor av föregående; möjligen identiskt m. n:o 15, men synes i vissa avseenden olika.

» 75. *a.* Brun, kolloidal bildning, tills. m. blekt rosenröd kalkspat.

» 76. *a.* Svart, kolloidalt i askgrå omvandlingsmassa.

» 77. *c.* Små bruna, vårtformiga aggregat på n:o 73.

» 78. *a.* Tungspat(?) i utmärktaste kristaller, vattenklar; i minst 5 olika typer, i allmänhet mer liknande anglesit.

[2] » 79. *a.* Vattenklara kristaller av olika typer; anses vara *flusspat*; är i flera avseenden ovanlig.

---

[1] N:is 66, 67 och 68 äro identiska med n:is 4, 5 och 6 i G. Aminoff och R. Mauzelius: Armangite from Långbanshyttan. Denna tidskrift **42** (1920). p. 302.

[2] Jfr G. Aminoff »Kristallogr. Studien» etc. Ibid **40** (1918), p. 436.

N:o 80. *a.* Grått mossformigt, tills. m. småstänglig richterit; antagligen tefroit, men detta behöver konstateras.
» 81. *c.* Silver (?) på bly, med pyrokroit och rosenröd, storspatig kalkspat.
» 82. *c.* Snövita, luckra sfäroliter, omnämnda som »*nytt* blyarseniat» i sammanhang med pyrobelonit.[1]
» 83. *c.* Leverbruna, granatliknande rombdodekaedrar; tills. m. n:o 52.
» 84. *c.* Ljust orangegult, stänglikt-bladigt; i dolomit m. hausmannit.
» 85. *c.*, Gråaktigt, trimeritartat; tills. m. kalkspat i järnglans.
» 86. *b.* Svarta, små sfäroliter på pyrokroit och kalkspat jämte bly och koppar.
» 87. *b.* Blågrått, därbt, kvartsliknande, *tungt;* med något magnetit.

Det föreligger alltså en samling av 87 oundersökta mineral.[2] Alla dessa med undantag av *tre*, N:is 64, 70 och 71, äro funna under de senaste 4—5 åren, vilket måste betraktas som ett rekord. Då det sålunda får anses ofrånkomligt, att den mest givande mineralfyndort, som f. n. är känd, befinner sig inom våra landamären, borde det vara en hederssak, att det för vetenskapen värdefulla materialet, som därstädes bringas i dagen, också får röna den uppmärksamhet, behandling och vård det förtjänar. Detta material är dock redan nu så omfattande att en eller ett par enskilda personers bemödanden icke på långt när förslår till dess bearbetande. En sådan bearbetning är visserligen den mest aktuella uppgiften, men härtill kommer ännu en annan, nämligen åstadkommandet av en värdig *monografi* över Långbans gruvor såsom mineralfyndort. Det är att hoppas att från officiellt håll snarast möjligt åtgärder måtte vidtas för lösandet av dessa uppgifter.

[1] Denna tidskrift, Bd 41, s. 435.
[2] Hela den ovan beskrivna samlingen har genom välvilligt intresse från mecenaters sida förvärvats för Stockholms Högskolas Mineralogiska Institution, där den tills vidare förvaras såsom en specialsamling med bibehållande av de nummer, som finnas angivna i förteckningen.

Återblick på uppfattningarna om mellersta och södra Sveriges urberg under de senaste femtio åren.[1]

Av

Axel Gavelin.

Några årtiondens systematiska forskningar hade vid tidpunkten för Geologiska Föreningens stiftande fört kännedomen om urbergsbildningarna i vårt land ett betydande stycke framåt. Huvudsakligen genom af Forselles och den ännu helt unga Sveriges geologiska undersöknings arbeten hade man erhållit i de stora huvuddragen ganska goda geognostiska översiktskartor över landet, och vissa områden, såsom Mälare- och Hjälmaretrakterna, stora delar av Dalsland, m. fl. voro i detalj undersökta efter dåtidens forskningsmetoder.

Den teoretiska uppfattning av urberget, som därunder uppstått, innebar först och främst, att urbergsbildningarna icke utgjorde en sådan kaotisk jordens stelningsskorpa, som t. ex. Hisinger vid mitten av 1830-talet gjort gällande, utan att det uppbyggdes i lagbunden ordning enligt i huvudsak likartade stratigrafiska principer, som befunnits gälla för fossilförande formationer. De kristalliniskt skiffriga urbergarterna uppfattades såsom avsatta eller utkristalliserade i det heta urhav, som uppstått därigenom att det först i ångform i atmosfären befintliga vattnet med jordens avsvalning kondenserat sig på stelningsskorpan. De skiffriga parallellstrukturerna tolkades allmänt såsom lagringsstrukturer.

---

[1] Svårigheten att i en ett fåtal sidor omfattande framställning av detta ämne på ett rättvist sätt citera den omfattande litteraturen har förmått mig att avstå från att försöka skildra de olika forskarnas insatser i utvecklingen och att förebringa litteraturförteckning.

Med den ledande åskådningen, att urbergarterna uppstått under förhållanden som grundväsentligt avveko från de under senare skeden rådande, följde, att man ej var benägen att till urbergsbildningarna räkna bergarter, som påtagligen bildats under aktuella förhållanden. Då man icke ville föreställa sig tillvaron av normala sedimentära bildningar mellan äldsta kambrium och de kristalliniska urbergarterna, hänförde man varje tydligt klastisk avlagring, som genom en diskordans skilldes ifrån de senare, till paläozoikum. På detta sätt räknades på 1870-talet såväl Dalslandsserien som de jotniska sandstenarna inklusive Almesåkraserien till äldsta paläozoikum. Först långt fram på 80-talet började dessa avlagringar att betraktas såsom liggande mellan äldsta kambrium och urberget.

En av 1860-talets, i början av 70-talet beskrivna, viktigare urbergsgeologiska resultat var uppvisandet av de rent aktualistiska drag, som förekomma inom Åmålsformationen i Dalsland. Denna formation visade sig till betydande del uppbyggd av kvartsit med tydligt bibehållna normala sedimentära drag såsom sandstensskiktning, diskordant lagring, böljslagsmärken och tydliga konglomerat, allt fakta som måste tydas såsom bevis för att den uppkommit på väsentligen samma sätt som senare tiders sandstensavlagringar. I själva verket syntes Åmålsformationens aktualistiska drag så framträdande, att man i första början kände en viss tvekan, om den överhuvud taget borde räknas till urberget. Relationerna till leptiter, hälleflintor, gnejser och graniter visade dock dess nära samhörighet med detta, och den uppfattades liksom vissa andra iakttagna bildningar av uppenbarligen klastiskt ursprung (t. ex. vissa annorstädes iakttagna konglomeratbildningar och Grythytteskiffrarna) såsom en lokal utvecklingsform inom den yngre delen av urbergets lagerserie.

De fortsatta undersökningarna av leptitterrängerna ökade under 70- och 80-talen beläggen för att åtminstone betydande delar av dem utgjordes av ursprungligen klastiska ytbildningar. Man fann inom dem på allt flera ställen konglomeratbildningar och kvartsiter, vilkas samhörighet med leptiterna syntes uppenbara. Av särskild betydelse för en mera aktualistisk tolkning av urberget blev studiet av Västanåfältets bergarter, framför allt kvartsiten och konglomeratet, vilka vid mitten av 1880-talet beskrevos i helt aktualistisk riktning och tolkades såsom uppkomna genom metamorfos av normala sedimentbergarter, i allt väsentligt liknande dem som avsatts på jordytan under senare geologiska perioder.

Vid 1870-talets början var det endast porfyrerna i Dalarna och Härjedalen jämte en del helt underordnade gångformigt uppträdande

porfyrer, vilka uppfattades såsom otvetydigt eruptiva. Beträffande huvudmassan av de hälleflintor och porfyrer, vilka ingå i södra och mellersta Sveriges urberg, voro meningarna ännu föga deciderade: De täta hälleflintorna och de dessa närmast stående »porfyroida» typerna uppfattades såsom omvandlade sediment. I fråga om de mera massformiga porfyrer, som man gjort bekantskap med i Dalsland, inom Uppland och i Småland, lutade man visserligen åt åsikten, att de voro verkliga eruptivbergarter, men vågade ej på länge taga steget fullt ut till en eruptiv tolkning. Med den ökade kunskapen om dessa bildningar växte under senare delen av 70-talet och början av 80-talet övertygelsen om deras eruptiva natur, men det blev dock först 1890-talets första del förbehållet att på bindande sätt uppvisa, att porfyrerna och hälleflintorna inom urberget utgöra gamla lavor och vulkaniska gångbergarter jämte till dem anslutna tuffer, agglomerat och tuffitiska sediment.

Liksom i fråga om de ovannämnda sedimentära kvartsiterna hade man redan på 70-talet kommit till uppfattningen om ett nära samband också mellan hälleflint-porfyr-bergarterna och leptiterna. Uppvisandet av de förras vulkaniska natur leder då följdriktigt fram till att man inom leptitavdelningen har — förutom metamorfoserade normala sediment m. m. — jämväl omvandlade vulkaniska ytbildningar. Från och med 1890-talets sista del och fram till våra dagar ha beläggen för ett sådant ursprung till betydande delar av »leptitformationen» alltjämt ackumulerats.

Förutom dominerande sura och intermediära typer, förekomma inom leptitavdelningen amfiboliter och amfibolitiska skiffrar, vilka under senare årtiondena uppfattats och beskrivits dels såsom basiska lavor och därmed samhöriga tuffer, dels såsom gångar.

Redan tidigt har bland kännare av leptitavdelningen förefunnits vetskap om att denna förutom verkliga ytbildningar även innesluter bergarter av annat ursprung. Jämsides med uppvisandet av ytterligare ytbildningar med mer eller mindre aktualistiska drag har under de senaste årtiondena också fortgått ett påvisande av, att många tidigare såsom konglomerat uppfattade bildningar utgöra tryckbreccior, att vissa hälleflintor äro myloniter av djupbergarter eller bergarter av okänt ursprung och att vissa kvartsiter, som först ansetts såsom sedimentära, uppkommit genom metamorfos av helt andra bergarter. I flera fall hava förut såsom skiktade leptiter betecknade bergarter befunnits vara bandade djupbergarter, o. s. v.

Nyssnämnda sakförhållanden ha fått lämna ett indirekt stöd för en under de båda senaste årtiondena gent emot den förhärskande uppfattningen om tillvaron av äkta ytbildningar inom urberget

framförd åskådning, enligt vilken praktiskt taget alla leptitbildningarna med till dem knutna kvartsiter, glimmerskiffrar, urlerskiffrar, kalkstenar och malmer skulle utgöra starkt differentierade magmatiska djupbergarter, som i mer eller mindre omedelbar anslutning till stelningsprocessen blivit intensivt mekaniskt deformerade. Denna ultramagmatiska åskådning, som ytterst grundar sig på undersökningar över de olika bergartstypernas mineralogisk-kemiska karaktärer och lagarna för deras association, har bl. a. genom sin stimulans till skarpare petrografisk-kemisk karakterisering av bergarterna och till strängare kritik av de fakta, som anförts som bevis för leptitbildningarnas superkrustala genesis, varit urbergsforskningen till gagn, men den har icke lyckats rubba åskådningen, att urbergets leptitavdelning till mycket stor omfattning utgöres av verkliga ytbildningar.

Vid tidpunkten för Geologiska Föreningens stiftande gjorde sig i vårt land den neptunistiska åskådningen allmänt gällande även vid tolkningen av urbergets *massformiga bergarter*, i främsta rummet *graniterna*, som inom detta spela en så viktig roll. Den allmänna föreställningen var, att graniterna, i varje fall till huvudmassan, voro ett slags kemiska utfällningar i det heta urhavet av det material, som detta i början utlöst ifrån den tidigare stelningsskorpan. T. o. m. de så tydligt genombrytande serarkäiska graniterna ville man ej uppfatta såsom eruptivbergarter i vanlig mening. Man ansåg, att de alltför mycket kontrasterade mot de kända eruptivbergarterna från nutiden och anförde gärna egenskaper hos de uppsättande granitgångorna, vilka ansågos svårförenliga med en tolkning av graniterna såsom magmabergarter. Ännu då Törnebohm i början av 1880-talet framlägger resultatet av sin berömda bergslagsundersökning, vilken skulle bliva av så stor betydelse för en riktigare uppfattning av det svenska urbergets byggnad i allmänhet och i synnerhet av graniternas roll inom detsamma, uttrycker han sig helt försiktigt i fråga om de serarkäiska graniternas genesis, nöjande sig med att framhålla, att »deras bildningssätt måste vara mera analogt med de eruptiva än med de sedimentära bergarternas». Och ehuru han sålunda lutade åt att anse dem såsom eruptiva, ville han i sådant fall vid denna tidpunkt icke betrakta dem såsom djupbergarter, utan tänkte sig dem såsom bäddformiga utgjutningar på jordytan, analoga med yngre formationers täckformiga basaltlavor.

Med en dylik uppfattning om de tydligast genombrytande grani-

ternas genesis är det naturligt, att de äldre graniterna, »urgraniterna», skulle betraktas såsom bildade på jordens yta liksom de såsom sedimentära ansedda gnejser och leptiter, med vilka urgraniterna territoriellt samt genom övergångar och »växellagringar» tycktes förbundna. Det heta urhavets medverkan vid dessa graniters bildning förutsattes och betonades nästan alltid under diskussionerna om deras genesis.

En något avvikande tolkning av granitproblemen inom urberget gjorde sig under 1880-talet, ända till dess slut och möjligen ännu något senare, gällande vid Sveriges geologiska undersökning, i det att urbergets massformiga bergarter, graniter, dioriter och en del av porfyrerna, ansågos vara metamorfa utvecklingsformer av motsvarande skiffriga bergarter (gnejser, amfiboliter och hälleflintskiffer). T. o. m. den serarkäiska Stockholmsgraniten uppfattades såsom sekundär i förhållande till den av densamma genomsatta gnejsen. Brottstyckena ansågos vara reliktpartier av den primära bergarten, och för tydningen av relationerna mellan granit och gnejs åberopades bl. a. dels sådana analogier som förekomster av brottstycken av skiktad lera i genom deformering massformig lera, dels omvandlingen av kristallina bergarter genom nedträngande dagvatten längs sprickor. — Ehuru denna extrema åskådning icke biträddes av samtidens ledande urbergsforskare, spelade den en viss roll, emedan den energiskt förfäktades av S. G. U:s dåvarande chef.

Vid den tidpunkt, då sistnämnda åsikt om urbergsgraniterna ännu förfäktades, hade emellertid en modern uppfattning om deras djupmagmatiska natur redan stadgat sig inom universitetskretsar, i främsta rummet vid Stockholms högskola, men även i Uppsala. Under 80-talets sista år och början av 90-talet presterades övertygande bevis för graniternas natur av magmatiska djupbergarter, på samma gång som fruktbärande jämförelser anställdes mellan å ena sidan de metamorfoserade urbergsgraniterna och å andra sidan de av regionalmetamorfos praktiskt taget oberörda jotniska och postsiluriska granit- och syenitbergarterna i norra Sverige, Finland och inom Kristianiafältet. Först från början av 90-talet kan man i vårt land tala om praktiskt taget enstämmighet i uppfattningen av graniterna såsom magmatiska djupbergarter. Undantagen från denna enstämmighet ha utgjorts av Törnebohm, som ännu 1908 förfäktade en superkrustal genesis för huvudmassan av urbergsgraniterna och ville betrakta blott de serarkäiska graniterna såsom äkta djupbergarter, samt av Svenonius, vilken omkring sekelskiftet och något senare

urgerat ett likartat bildningssätt för fjälltrakternas kaledoniska graniter.

Uppfattningarna om urbergets *mäktigare grönstenar* förete i det hela motsvarande utvecklingsförlopp som åsikterna om graniterna och gnejserna. Med en neptunistiskt färgad tolkning av de senare, följer uppfattningen, att de förra bilda bäddar eller inlagringar i urbergets lagerserie; först sedan graniterna uppfattats såsom djupbergarter, tydas de massivt uppträdande grönstenarna på samma sätt. Hyperiterna, som tidigt tilldrogo sig stor uppmärksamhet, ansågos i början av 1880-talet såsom effusiva bäddar i järngnejsen och alltså samtidiga med denna, men började från mitten av samma årtionde att anses som yngre, injicerade i gnejsen.

Redan under Törnebohms bergslagsundersökningar uppfattas de till granitområdena knutna gabbro- och diorit-bergarterna såsom »den mest basiska länken i graniternas serie», sålunda genetiskt tillhörande graniterna, ett uppfattningssätt, vars riktighet alltjämt erhållit bekräftelse. Under de senaste årtiondenas arbeten har man alltid kunnat konstatera, att de stora granitgenerationerna (företrädesvis av Växiö—Filipstadstyperna men även andra) såsom äldsta led regelbundet hava gabbror och doriter eller närbesläktade basiska bergarter, varpå följa, stelnande efter avtagande basicitet, intermediära och sura bergarter.

Såsom tidigare förelöpare till massivt uppträdande grönstenar och därtill anknutna granitmassiv har man på senare tid börjat uppfatta stora delar av de massor av basiska gångar (amfiboliter eller metabasiter), vilka ofta genomsvärma såväl leptitområden som äldre gnejsgraniter. Sedan något mer än ett årtionde ha dessa massvis uppträdande gångenerationer, tillsammans med andra kriterier, visat sig vara värdefulla hjälpmedel för bestämning av åldersförhållanden mellan väsentligen olikåldriga granitgenerationer.

Från nutidens vetenskapliga ståndpunkt ter sig bristen på kännedom om *bergartsmetamorfismen* såsom det svåraste hindret för ernående under 70- och 80-talen av en riktigare uppfattning av urbergsbildningarnas geologi. I själva verket är ju detta hinder i viktiga avseenden ännu icke undanröjt.

Visserligen betecknades även i början av 70 talet de kristalliniskt-skiffriga urbergarterna allmänt såsom »metamorfiska». Rörande beskaffenheten av de metamorfa processerna rörde man sig emellertid merändels med vaga allmänna föreställningar, oftast utan fäste i direkta iakttagelser och bottnande i mer eller mindre antiaktua-

listiska uppfattningar om urtidens säregna förhållanden. En del av den mekaniska tryckmetamorfismens verkningar inom Dalslandsserien hade visserligen under 60-talets undersökningar blivit studerade, för sin tid mycket förtjänstfullt beskrivits samt satts i orsakssamband med Dalslandsseriens veckning (eller »dislocering»). Man hade härvid också fäst sig vid flere förhållanden, som tycktes antyda, att åtminstone en del av skiffrigheten hos »gnejserna» i Dalslandsseriens omgivningar kunde bero på samma tryck. Någon verklig betydelse erhöllo emellertid sådana iakttagelser ännu icke för uppfattningarna av de kristalliniskt skiffriga bergarternas parallellstrukturer, vilka alltjämt i det stora hela tolkades såsom lagerstrukturer. Betecknande är i detta sammanhang, att då den karakteristiska protogingnejsbildningen i Dalslandsseriens omgivningar i början av 70-talet befunnits vara en sekundär företeelse och icke något som utmärkte någon viss geologisk enhet, så sattes den icke i orsakssamband med Dalslandsseriens förskiffring utan tolkades såsom ett vittringsfenomen, analogt med den kaoliniserade gnejsen under den kambriska sandstenen i Västergötland.

Under 1880-talet, företrädesvis under dess senare hälft, stadgade sig uppfattningen om tryckmetamorfosens betydelse för uppkomsten av en stor del av gnejsernas parallellstrukturer. En allt större del av de förut såsom gnejser beskrivna bergarterna började att uppfattas såsom tryckförskiffrade graniter. Omkring 80-talets slut och i början av 90-talet började man att genom mikropetrografiska undersökningar skilja mellan icke nämnvärt tryckpåverkade postarkäiska eruptivbergarter och de av tryckmetamorfos genomgående, ehuru i växlande grad, karakteriserade urbergarterna. Tryckmetamorfosens styrkegrad kom därvid att tillmätas viss betydelse även såsom ålderskriterium, om man också snart var på det klara med att bergarter, som till övervägande del äro svagt tryckmetamorfoserade, lokalt kunna uppvisa ytterst starka tryckförskiffringsfenomen.

Under de gångna årtiondena av innevarande århundrade har kännedomen om dynamometamorfosens betydelse för uppkomsten av urbergsstrukturerna avsevärt vidgats. Å ena sidan har man kunnat uppvisa, att tidigare såsom hälleflintor eller t. o. m. sedimentära kvartsiter etc. uppfattade bergarter i själva verket endast utgöra de finaste sönderkrossningsprodukterna (myloniter) vid dynamometamorfosen, ävensom att vid tryckmetamorfos av detta slag ofta mer eller mindre genomgripande substansförändringar av den förutvarande bergarten ägt rum. Å andra sidan har man under detta tidsskede erhållit en bättre förståelse av de omkristallisations-

Yid bestämning av mineralens optiska konstanter använde sig föredraganden av Fedoroffs metoder, varvid bestämningarna utfördes pä ett Fuess teodolit-mikroskop av senaste modeli.

Berggrunden kring Mansjön är pä Svedmarks karta av är 1891 angiven som gnejs. Pä Blombergs karta över Gävleborgs län av är 1895 ligger Mansjöberget i grä gnejs, ur vilken vaster om Mansjön avskiljts ett mindre rött gnejsområde. A Törneboms karta av 1910 är beteckningen densamma, men den röda gnejsen väster om sjön saknas.

Föredraganden har emellertid funnit att berggrunden är betydligt mera komplicerad än som angivits pä nämnda kartor, — en iakttagelse, som han därjämte anser kunna utsträckas tili stora delar av Hälsingland, vars berggrundskarta i sin helhet kräver en revision. Sä länge denna emellertid ej är verkställd, kan Mansjöområdet icke med säkerhet inordnas med berggrunden i övrigt, särskilt som Loä- och Woxnadalarnas utfyllnad med morän- och glaciala sandavlagringar endast lämnat bergskrönen otäckta och därmed tvingar tili konnektioner över stora distanser.

Fern kilometer nordväst Mansjö gärd anstär i Hjärpberget Loosfältets grönstenseruptiv. Sex kilometer sydost om Mansjön har föredr. i Loberget funnit ett mindre ännu ej närmare bestämt grönstensmassiv, och ännu längre mot sydost vid Svensbo gabbrolik-nande grönstenar i omedelbar närhet av en stärkt grafitförande förskiffrad kvartsig bergart.

Tre mil söderut vid Woxna Brak utgöres bergen väster om Woxna-älven delvis av vackert migmatiserade gnejser. Den stärkt saliska granitmagma, som dar uppsmält en granatförande paragnejs är makroskopiskt identisk med en pegmatitgranit, som anstär inom stora områden öster och nordost om Mansjöberget, ävensom bildar detta senares nordöstra hälft med sin västra begränsning längs bergets krön.

Pä andra sidan Mansjön väster om Mansjöberget återfinnes i Byttarberget den av Blomberg observerade röda gnejsen. Densamma är otvivelaktigt en ortognejs, — delvis av granitisk habitus.

Mellan Byttarberget och Mansjöbergets krön ligger ett i YNY—OSO strykande komplex av äldre bergarter, bestäende av granatförande paragnejs, amfibolit, pyroxengnejs kalksten och eulysit. Dessa bergarter genomsättas samtliga av den yngre pegmatitgraniten, som längs kontakterna dessntom för stora brottstycken av paragnejs och eulysit. Därjämte uppträda sparsamt tili metabasit omvandlade diabasgängar, som äro jämnaldriga eller något yngre än pegmatitgraniten.

Paragnejsen, amfiboliterna, kalken och pyroxengnejsen förekomma i regelbunden lagringsföljd, varvid kalken och pyroxengnejser ersätta varandra i lagerföljden. Sidostupningen är i nordvästra delen av berget 80 grader mot SV, samt i sydöstra delen av berget 40 grader mot NO. Sedd i strykningsriktningen mot SO äro alltså lagren skruvade medsols.

Hela lagerföljden är dessutom starkt veckad och gnejsen är delvis inpressad i kalkstenen i mångdubbla veck.

Denna starka veckning har däremot ej övergått eulysiiten, som visar i huvudsak massformig struktur, men som synes följa gnejsens lagring.

Eulysiten förekommer ingenstädes i kontakt med kalken, utan skiljes från densamma av typisk grå granatgnejs. Dess utsträckning är flera gånger kalklagrets, men synes den kalken ersättande pyroxengnejsen anstå sydväst om eulysiten så långt densamma kunnat följas mot nordväst.

Några otvivelaktiga brottstycken av gnejs i eulysiten hava ej ännu kunnat påvisas. Eulysitens genesis är ännu ej slutgiltigt utredd. PALMGREN har lämnat frågan öppen i sitt arbete över Södermanlands eulysiter och den enda som uttalat en bestämd åsikt är A. G. HÖGBOM, som anser eulysiten bildad genom metasomatisk omvandling av kalkstenar.

För denna åsikt skulle här tala förekomsten av kalksten i omedelar närhet, ävensom att ingen magma med eulysitens sammansättning vore känd, medan dess huvudmineral fayaliten står den metasomatiska knebeliten i Dannemora nära.

Det har emellertid synts föredr. svårt att antaga, att den tunna gnejsvägg, som skiljer kalklagren från eulysiten, skulle kunnat — även om den vid ifrågavarande geologiska tidsperiod utgjorts av ett plastiskt lerskikt — så fullständigt utestänga de cirkulerande lösningarna, att det nu befintliga kalklagret lämnats orubbat, medan det omedelbart intill liggande så fullständigt borttransporterats att det dittransporterade eulysitskarnet icke uppvisar annat än en högst obetydlig kalkhalt, — såsom framgår av den av dr SAHLBOM utförda analysen.

SiO_2	37,06
TiO_2	0,16
P_2O_5	0,38
Al_2O_3	0,80
Fe_2O_3	3,01
FeO	46,36

MnO	5,01
CaO	2,47
MgO	4,37
K_2O	0,30
Na_2O	0,37
Cr_2O_3	0,08
H_2O	0,20
	100,57

Föredr. ansåg att eulysiten antingen vore en rent eruptiv, ehuru senare omkristalliserad magma, eller också en metasomatisk avsättning i en i berggrunden uppkommen sprickbildning, vilken uppstått utan annat samband med kalken, än att sprickbildningen följt den av kalklagret markerade svaghetszonen i berggrunden. — Härför talade dels Mansjöeulysitens eruptiva ej tryckförskiffrade habitus, såväl i stuff som särskilt i fält ovanför stora kalkbrottet i Mansjöberget, dels dess utpräglade bankning parallellt med lagerytan. Vidare betyder mineralbildningen vid kontakten »eulysit-paragnejs-kalk» på en värmetillförsel till kontakterna från eulysiten. Eulysitens analys är ej fullt överensstämmande med Tunabergseulysiternas utan intager genom sin höga järnhalt och lägre manganhalt en ställning mellan Tunaberg- och Gillinge-eulysiterna. De ingående mineralbeståndsdelarna fayalit, diopsid, antofyllit och manganalmandin hava befunnits i sina optiska egenskaper i allt väsentligt överensstämma med sörmlandseulysiterna. Dock är granathalten hos den massformiga Mansjöeulysiten genomgående låg och bortfaller stundom fullständigt, varför föredr. ansåg det sannolikt att den högre granathalten hos Sörmlandseulysiterna är att söka i en längre gången tryckmetamorfos.

Mot kontakterna till granitpegmatiten omvandlas eulysiten till järnantofyllit- och grüneritskarn, beroende på fayalitens upptagande av kiselsyra och magnesiumsilikat, det senare ur granitens glimrar under samtidig bildning av granat och kvarts.

$$\underset{\text{Fayalit}}{Fe_2SiO_4} + \underset{\text{Kvarts}}{SiO_2} = \underset{\text{Järnantofyllit}}{Fe_2Si_2O_6}$$

$$\underset{\text{Järnantofyllit}}{Fe_2Si_2O_6} + 2\ Mg\ SiO_3 = \underset{\text{Grünerit.}}{2\ (Fe\ SiO_3\quad MgSiO_3)}$$

Kalken förekommer i ett större lager, om 100 meters längd och till 5 meters bredd, delvis uppfläkt av pegmatitgranitens apofyser. Kalken är ganska grovkornig med en markerad skiktning i omkring decimeterbreda rena calcitskikt, skilda åt av ett millimetertjockt

glimmerlager. Ett generalprov gav en kalkhalt av 54.85 % CaO. Calcitbanden uppvisade en CaO-halt av 55.70 %. I kalken förekommer dessutom små 0.1—0.3 *m. m.* stora diopsidkristaller av Nordmarkens vita typ.

De kalklagret genomsättande pegmatitgångarna hava givit upphov till en synnerligen rik och vacker mineralbildning, i fält karaktäriserad av gul kondrodit och himmelsblå apatit.

Pegmatitintrusionen har ägt rum på två nivåer, ett undre tjockare skikt på vilket kalken så att säga summit, och som skickat uppfläkande apofyser in mellan kalkskikten, samt ett tunnare övre skikt, som dessförinnan genomsatt eulysiten och hängandets gnejs.

De bägge nivåerna visa en markerad skillnad i mineralbildningen, i det de övre apofyserna äro betydligt mindre mineralförande än de lägre och synbarligen vid passerandet genom eulysiten förlorát en större del av sina lättflyktiga beståndsdelar. De övre hava synbarligen även stått under lägre temperatur eller åtminstone tryck, i det de väsentligt mindre än i den undre nivån påverkat själva kalken utanför pegmatitgångarnas kontakter.

Sedan kalkbrottets lodräta vägg rensprängts har föredr. varit i tillfälle taga fotografier över pegmatitgångarna och mineralbildningen, vilka färglagts i fält och som förevisades i skioptikonbilder.

Av dessa bilder framgick hurusom det övre gångsystemet här representerades av en metertjock avsmalnande mycket grovkristallinisk pegmatit, som med sitt hängande följer ett glimmerskikt i kalken, men med sitt liggande snett avskär skikten. Gentemot kalken är pegmatitgången å ömse sidor begränsad av en 4 à 5 *mm.* bred skarpt framträdande ljusgrön reaktionszon av diopsid med en kärna av glimmer. Intill fem à sex centimeter från kontakten är kalken avfärgad, i det dess biotit övergått till färglös phlogopit och dess järnhalt förbrukats för diopsidbildningen.

I den avfärgade zonen i hängandet uppträda närmast diopsidkontakten sparsamt »rosit-kristaller», — vilka dock sällan äro friska utan starkt omvandlade.

Dessa hava å friska exemplar konstaterats utgöras av anortit. Rositens bildning kan tänkas försiggå genom biotitens sönderfallande i kalken och metasomatisk tillförsel av kiselsyra från pegmatiten. Det vid biotitens upplösning frigjorda kalit vandrar med järnet till kontakterna och deltager i glimmerbildningen därstädes.

Där rosit icke bildats i den övre pegmatitzonens liggande uppträder i stället brun kondrodit. Vid biotitens sönderfallande har här lerjorden förenat sig med järn och magnesia till spinell och

den frigjorda kiselsyran har med resterande magnesia och fluor från pegmatitmagman bildat kondrodit.

Kondroditen har befunnits hava en vinkel mellan axelplan och (001) av 26°25'—26°34' mot av SJÖGREN å Nordmarkkondrodit bestämd 28°56'. Detta värde överensstämmer med DANAS bestämning å Tilly Foster-kondrodit, eller 25°52'. SJÖGRENS tidigare observation av en brun och en gul kondroditart, har även befunnits gälla för Mansjö-kondroditen.

Själva pegmatitgången visar en succesivt fortskridande skapolitisering och anortitisering, varvid plagioklaserna från basisk kärna och surt skal genom ett jämnviktsläge vid An_{38} övergå till sur kärna och basiskt skal med ett nytt homogent jämnviktsläge vid An_{85}.

I den nedre pegmatitzonen är kondroditbildningen ytterst intensiv med kondrodit och grön spinell följande de gamla glimmerlagren i kalken och substituerande desamma på 10 à 20 *cm* bredd å ömse sidor om pegmatitgången. Pegmatitgångens apofyser visa större fosfor- och flour-halter i form av riklig apatitbildning, och övergå ställvis i rena apatitgångar eller gångar av en grågrön flourhaltig kornig diopsid. Genom inneslutna sekundärt utkristalliserade glimmerfjäll av guldglänsande ej närmare bestämd phlogopit samt kalcit angives en omisskännlig fluidal struktur, påminnande om de av GEIJER beskrivna apatitgångarna i Kiruna.

Fältspaten i granitgångarna har i den nedre nivån övergått till förutom skapolit även en gulgrön vesuvian. Skapoliten är en typisk klorskapolit. Apatiten, som i regel är färglös med kornig kristallhabitus utan tydliga kristallytor, övergår i de delar av pegmatitgångarna, där vesuvianbildning uppträder, till en vackert himmelsblå form, som vid analys befunnits hålla tre gånger så mycket klor som den ofärgade apatiten.

Där klorbindande skapolitbildning skett saknas den blå apatiten fullständigt. Färgen synes alltså stå i samband med klorhalten, ehuru bägge apatiterna i övrigt äro typiska fluorapatiter.

På de ställen, där pegmatitintrusionen i kalkens liggande varit av större mäktighet, förekommer även wollastonitbildning. Wollastoniten är tavelformigt utbildad och kalken övergår stundom till wollastonitfels med enstaka ofullständigt utbildade grossular-kristaller.

Grossular förekommer dessutom i växellagring med vesuvian, såväl inom pegmatitgångarna, som även i den angränsande kalken utanför desamma. Decimeterstora dåligt begränsade kristaller av densamma hava även observerats vid kontakten mellan övre gångsviten och kalken intill genombrottskontakten mot gnejsen. Gros-

sularen har där samma typ och karaktär, som den av Nordenskiöld från Pargas beskrivna Romanzowiten, och även analyserna överensstämma.

Titanit förekommer i små kristaller i kontakterna mellan pegmatitgångarna och kalken, medan däremot fluorit är mycket sällsynt. Grafit och pargasit hade ej av författaren kunnat anträffas, — och beträffande det senare mineralet synas tryck och temperaturförhållanden vid Mansjön varit av högre värden än vid Pargas och som allmän regel givit upphov till pyroxen i stället för amfibolbildning.

Föredraganden kommer att under närmaste tiden publicera en detaljerad redogörelse för sina undersökningar såväl över Mansjöbergets bergarter som över dess kontaktmineral.

Med anledning av föredraget yttrade sig hr A. G. Högbom och *föredraganden.*

Den paleontologisk-kvartärgeologiska sektionen sammanträdde torsdagen den 12 maj kl. 3,30 e. m.

Hr W. Ramsay höll ett av kartor, diagram och profiler belyst föredrag om *Strandlinjer i södra Finland.*

Föredraganden hade under de senaste åren gjort bestämningar av nivåerna hos forna strandlinjer i södra Finland, främst av de högsta gränserna för vattenytorna — H. G. Södra Finland är i hög grad egnat för sådana studier. Efter istiden bildade de supraakvatiska delarna av det sänkta landet en vidsträckt skärgård jämförbar med Ålands—Åbolands skärgård, men mångfalt större. — En karta visade de punkter, vid vilka H. G. blivit bestämda och höjden ö. h. för densamma. Av den syntes, att H. G. ligger jämförelsevis högt inom Salpausselkäbältet och trakterna närmast norr om detsamma, men att strax innanför (norr om) en *gränslinje*, vars avstånd från den inre Salpausselkälinjen är något växlande, de relativt lägsta värdena för H. G:s nivåer anträffas, från vilken linje de åter stiga mot NW. Nivåskillnaden vid gränslinjen häntyder på att de forna vattenytor, vilkas lägen antydas av H. G. på ömse sidor om denna linje, existerat under olika skeden och genom en betydande nivåförskjutning äro skilda från varandra. Men också de innanför gränslinjen uppmätta H. G.-värdena höra, även om de växa något så när kontinuerligt mot NW, till olika ytor, såsom fallet är med alla senglaciala s. k. marina gränser, emedan landet höjde sig under israndens recession. De isobaser, som uppritats med ledning av nivåerna för H. G. innanför gräns-

linjen, åskådliggjorde därför icke ett sänkningstillstånd hos landet vid ett visst tidsskede, utan endast storleken av landhöjningen på var ort, sedan den blivit befriad från inlandsisen. Sådana med hänsyn till uppkomsttiden och relativ nivå efter varandra följande strandlinjer och de med ledning av dem uppritade isobaserna kunde benämnas *metakrona*. Det förstås lätt, att de hava ett annat förlopp än *synkrona* isobaser, som konstrueras på grund av uppgifter om nivåerna hos samtidigt bildade strandlinjer. Där inlandsisens rand bildat utskjutande bågar, såsom vid Salpausselkälinjerna, och inspringande vinklar mellan loberna, hava områdena i dessa vinklar och bakom dem blivit tidigare isfria vid isens recession och tidigare samt i ett mera sänkt läge nåtts av vattenytan utanför isen än de trakter, som lågo under loberna. I följd härav komma de metakrona isobaserna att visa de på kartan synliga inbuktningarna innanför Salpausselkäbältets bågar och utvikningar mot de ställen, där bågarna sammanstöta. Att detta förhållande så tydligt framträder, måste bero på att landhöjningen varit ganska snabb i förhållande till hastigheten hos israndens recession. — På kartan voro vidare uppritade synkrona isobaser med ledning av de — såsom man kan antaga — samtidigt med varandra bildade H. G.-nivåerna på och invid den inre Salpausselkälinjen. De hava ett mindre buktat förlopp än de metakrona isobaserna. De stryka ungefär SV — NE och angiva en stigning av landhöjningen mot NW med c:a 70 *cm* per *km*. Om detta förhållande även anger gradienten för den med Salpausselkästadiet samtidiga landsänkningen i områdena innanför isranden, kan man beräkna, huru djupt en trakt låg vid denna tid. Den sålunda för en ort funna nivån överstiger mer eller mindre den för H. G. mätta höjden därsammastädes och anger huru mycket landet hann höja sig under den tid isranden drog sig tillbaka från Salpausselkälinjen till ifrågavarande ort. Denna tid känner man genom SAURAMOS geokronologiska undersökningar och kan sålunda beräkna en medelhastighet för landhöjningen. Några kalkyler hava givit: för Tammerfors 6,4 *m* i århundradet, Jyväskylä 6,8 *m* och Kuopio 6,6 *m*. Om man vågar utsträcka en sådan extrapolation ännu längre, till Hernösandstrakten, finner man som mått för landsänkningen c:a 450 *m*, medan den observerade H. G. är 285 m; diff. 165 *m* fördelad på en recessionstid av c:a 1500 år ger en medellandhöjning av c:a 11 *m* i århundradet. LIDÉN har i närliggande trakter funnit 13—14 *m* i århundradet.

Med ett diagram åskådliggjorde föredraganden den synkrona samhörigheten mellan olika grupper av de uppmätta strandlinjerna samt

huru de av dem representerade olika nivåerna förhöllo sig till varandra. Därav — och av iakttagelserna i naturen — framgick att strandlinjen förskjutits (negativt) c:a 10 *m* mellan de stadier, då inlandsisens rand stod vid den yttre och den inre Salpausselkälinjen. Vidare hade en förskjutning ägt rum, medan isen stod vid den inre linjen, c:a 6 *m* i Anianpeltotrakten, c:a 2 *m* i sydost vid Saima. Sedan förskjöts nivån i samma riktning under det isen drog sig från Salpausselkä till närheten av gränslinjen för de lägre värdena för H. G., där slutligen på en ganska kort sträcka ett språng av c:a 22—23 *m* eger rum. Detta har dock försiggått med avbrott, ty c:a 12—13 *m* högre än H. G.-nivåerna innanför gränslinjen finnas H. G. och terasser i området strax utanför densamma. — H. G.-nivåerna vid gränslinjen äro synkrona och motsvaras på inre Salpausselkä av terrasser 31—34 *m* nedanför de högre belägna H. G. därstädes. Dessa negativa förskjutningar av strandnivåerna invid linjer, som sammanfalla med israndlägen, kunna bero på en landhöjning under den tid isranden stod vid en sådan linje, eller därpå att vattenytan utanför isranden hört till en uppdämd sjö, som sedan avtappades. Sannolikt hava båda omständigheterna medverkat, dock får den stora förskjutningen i närheten av gränslinjen väl tillskrivas avtappningen av den baltiska issjön (enl. Munthe). Denna har skett med avbrott (se ovan) antingen så att avrinningen för en tid avstannat vid en viss nivå, eller att isranden oscillerat, varvid efter avtappning en eller flere gånger åter uppdämning till en viss nivå kunnat ega rum. För detta senare talar bl. a. förekomsten något utanför gränslinjen av randdeltan och åsplatåer, vilkas plan ligga betydligt under H. G.

Med anledning av föredraget yttrade sig hr G. De Geer och *föredraganden.*

Herr G. De Geer höll ett av skioptikonbilder belyst föredrag om *Nordamerikas kvartärgeologi belyst av den svenska tidsskalan.*

Med den vid årets början avslutade svenska expeditionen till Nordamerika hade tal. åsyftat dels att genom fjärrkonnektion mellan den svenska tidskalan och smältsedimenten på andra sidan Atlanten söka avgöra frågan om de stora glaciala nedisningarnas samtidighet och på samma gång skaffa material till en normal variationskurva för solstrålningen, dels också att till sagda tidskala söka anknyta den synnerligen intressanta med komplicerade kvartärgeologiska utveckling, som i Nordamerika av landets geologer blivit uppdagad.

Fjärrkonnektionen omfattade enligt hittills utförda jämförelser omkring 2500 årsvarv eller så gott som i ett sammanhang från och med det finiglaciala moränstadiet hela det följande recessionsstadiet till istidens slut samt därutöver ungefär 650 år in på den postglaciala subepoken.

Såsom ju varit att vänta, hade recessionen av det mäktigare amerikanska istäcket gått något saktare, än vad fallet var i Sverige, ehuru en närmare jämförelse får anstå, tills frakturens inverkan på recessionen hunnit elimineras. Likaså var det nu erhållna beviset för att inom det Laurentiska höglandet och Labrador en betydande landismassa kvarlåg vida längre än i Skandinavien, eller långt in i den neolitiska tiden, i själva verket icke något som borde hava varit oväntat.

I Ottawatrakten hade tal. anträffat en skarpt markerad gräns mellan en utpräglat varvig issjölera och en därpå vilande brackvattenslera av den senglaciala Vänerfjärdens typ med järnoxidröda höstskikt. Denna gräns utvisade påtagligen den tidpunkt, då havet inträngde genom St. Lawrencedalen förbi den sista spärren av landis i Quebectrakten.

Då detta var efter den postglaciala subepokens början, blir det nu förklarligt, varför den kvartära molluskfaunan i dessa trakter i flera avseenden avviker från den senglaciala i Skandinavien.

Som det vill synas just vid det finiglaciala isområdets sydgräns träffade tal. 1891 på norra sluttningen av Adirondackbergen en betydande randterass, i vars fortsättning österut J. B. WOODWORTH beskrivit en serie ändmoräner, som högst sannolikt motsvara de finiglaciala gränsmoränerna i Skandinavien.

Även det stationära israndsläge, som betecknar gränsen för den gotiglaciala isen, synes återfinnas i Amerika. Såsom tal. tidigare förmodat, visade en ingående detaljundersökning av de genom COLEMANS utmärkta arbeten bekanta Torontolagren, att årsvarviga israndssediment här, liksom utmed Malmö-Ystadmoränen, avsatts under åtminstone ett tusental år. Hithörande randmoräner äro enligt TAYLOR de samma, som framgå alldeles förbi Niagara, där vi också utförde lermätningar. Det bör därför nu omsider bli möjligt att definitivt datera Niagara, vars enligt erosionen uppskattade ålder ju angivits med högst växlande värden.

Som det var att vänta, att Toronto-Niagaramoränerna ungefärligen skulle beteckna tiden för den första issjötappningen genom Rome-Mohawkdalen, så erhöll dr ANTEVS i uppdrag att i Albanytrakten eftersöka tappningsvarv, och i hans varvdiagram framträdde också flera synnerligen utpräglade tappningsmaxima. Efter expedi-

tionens hemfärd har dr ANTEVS kvarstannat och fortsatt mätningarna, särskilt i Hudson River- och Connecticutdalarna samt hopbragt ett betydande material för utsträckning av den svenska tidskalan bakåt i tiden över en stor del av den daniglaciala subepoken.

Rörande en av hans profiler från Albanytrakten trodde sig tal. redan hava fått konnektion med diagram från närheten av Malmö-Ystadmoränen, i vilket fall hela den svenska tidskalan vore förbunden med motsvarande tidsföljd på den amerikanska sidan, men i så fall bör snart bekräftelse erhållas från angränsande punkter.

Med avseende på förloppet vid de kontinentala nivåförändringarna, bör dateringen av de stora amerikanska issjöarnas tappningar lämna mycket viktiga upplysningar om säkert isokrona höjningsstadier, belysande för fenomenets natur.

Vidare lämnar isrecessionens olika hastighet i skilda trakter viktiga upplysningar om det senglaciala klimatet, i Amerika som i Nordeuropa, med i de mera kontinentala trakterna hastigare samt utåt havet långsammare avsmältning; varjämte dalbäcken, då de äro isfyllda, befrämja uppkomsten av islober, men under isens recession befrämja denna på grund av den kraftigare frakturen å djupare vatten.

Ur många andra synpunkter vore den nu genomförbara sammanställningen mellan de båda stora glaciationsområdenas likheter och olikheter synnerligen upplysande.

Nästa sammanträde hölls den 13 maj kl. 6.30 e. m.

Professor J. KIÆR höll ett av skioptikonbilder belyst föredrag om *En ny zone i Norges midtre Ordovicium.*

Foredragsh. vilde meddele nogen resultater av de undersökelser, han i de sidste år har foretat over Ordovicium i Kristianiafeltet.

Utgangspunktet for vort nöiere kjendskap til Norges Ordovicium er BRÖGGERS mesterlige arbeider i 1880-årene. De glimrende profiler på öene i Kristianiafjorden satte BRÖGGER istand til med fuld sikkerhet at fastslå hele lagfölgen i Kristianiadalen. Denne lagfölge med de av ham opstillete avdelninger og zoner blev den faste norm for vor ordoviciske stratigrafi og blev gjerne opfattet som den normale utvikling. Dette er også tilfældet for den undre del av formationen; den midtre og övre del er derimot mere fossilfattig og ufuldstændig end i andre av vore områder og indtar en særstilling.

Foredragsh. hadde i flere år drevet detaljstudier på Ringerike, hvor midtre og övre Ordovicium er meget rikere utviklet end i

Kristianiadalen. På grændsen mellem disse deler av formationen ligger her en ny zone, som synes at vise, at lagfölgen i Kristianiadalen ikke er så fuldstændig, som vi för har antat. Denne zone er udmærket blottet i det pragtfulde profil på Frognöen, som foredragsh. demonstrerte ved en række lysbilder.

Over en knollet kalk, som svarer til Bröggers övre Chasmopskalk ved Kristiania og indeholder en Chasmops-Echinosphaeritesfauna, fölger en ny kalkzone, hvis fauna ikke tidligere var kjendt hos os. Herover kommer man op i den ca. 30 m. mægtige Trinucleusskifer, som gjennem en fossilrik overgangszone går over i Trinucleuskalken. Faunaen i den nye zone karakteriserer sig særlig ved den mængdevise optræden av en *Ampyx* og en *Trinucleus*form. Den förste er beslægtet med *A. Portlocki*, som Olin har beskrevet fra Skånes Trinucleusskifer. Den sidste er sandsynligvis *T. seticornis.* Denne vigtige form er för hos os nævnt fra Trinucleusskiferen og kalken. Det har imidlertid vist sig, at den art som ganske almindelig optræder i disse zoner på Ringerike er avvigende. Foredragsh. var ved sine undersökelser over denne intressante nye fauna kommet til det resultat, at den nærmest sluttet sig Trinucleusgruppen og at den nye zone derfor kunde kaldes *den undre Trinucleuskalk.*

Foredragsh. sammenlignet ved hjælp av diagrammer denne lagrække med utviklingen i Kristianiadalen. Over övre Chasmopskalk kommer her den mörke Trinucleusskifer med påfaldende brat overgang. Den er bare ca. 7 m. mægtig. Den netop omtalte undre Trinucleuskalk mangler fuldstændig. *Dette kunde næppe forklares anderledes end at der i Kristianiadalen er et virkelig brud i lagfölgen mellem den övre Chasmopskalk og Trinucleusskiferen.*

Denne opfatning blev först fremsat av Raymond i hans vigtige sammenlignende studier over vore ordoviciske avleiringer (1916) og bestyrkes nu ved mine undersöker på Ringerike. Dette brud gjenfindes också andre steder i Kristianiafeltet.

Av ganske særlig intresse er i denne forbindelse forholdene i Mjösområdet, hvis Ordovicium i nyere tid var studeret av fordragsh. og senest av Holtedahl. De midtre zoner udmærker sig ved sine interessante floraer av kugleformige Siphoneer og viser stor overensstemmelse med utviklingen i Estland. Holtedahl fandt en tydelig Æquivalent til Coelosphaeridiumskiferen ved Mjösen i Estlands Jeweavdeling. Da nu de överste zoner i Mjösområdet (Øverste Chasmopszone og Mjöskalken) tidligere av mig var paralleliseret med Gastropodkalken og Kalksandstenen, altså det yngste Ordovicium, længre i syd, trodde Holtedahl at måtte parallelisere

Cyclocrinusskiferen og Kalken med Wesenberg i Estland og dermed også med Trinucleusskiferen og kalken hos os.

Raymond fremhæver nu i sit arbeide, at dette næppe kan være rigtig. Cyclocrinuszonene stemmer nöie overens med Kegel og må derfor være betydelig ældre end Holtedahl antok. Raymond mener, at de passer ind i det brud, som findes i Kristianiadalen.

Foredragh. havde i det sidste foretat en ny undersökelse av faunaene i de forskjellige zoner i dette interessante område. Raymond har uten tvivl ret i, at Cyclocrinuszonene er betydelig ældre end vi för antok; men forholdene er dog adskillig anderledes end han har ment. Det har vist sig, at disse lite mægtige zoner hörer nær sammen såvel med den underliggende Coelosphaeridiumskifer som med den overliggende zone, som jeg tidligere har kaldt Øverste Chasmopszone. Denne sidste går uten brud over i Mjöskalken, som ikke svarer til överste Ordovicium længre syd, men som må opfattes som kalkalgeavsætninger og koralrev dannet i slutten av Chasmopsgruppens tid.

Mjöskalken overleires nu direkte av lag, som hörer til den yngste zone av undre Llandovery. I dette område mangler således hele övre Ordovicium. Over Mjöskalken er der derfor et kolossalt brud i lagfölgen, et brud, som synes at begynde samtidig med bruddet i Kristianiadalen, men som omspænder en meget længre tid.

Dette brud, som kan spores i de fleste områder av Kristianiafeltet, sætter en meget naturlig undre grændse for vor övre Ordovicium, som synes at danne en sammenhængende og ubrudt lagfölge.

For at forklare de her omtalte brud må man anta, at der i denne tid har foregået *strandlinieforskyvninger av betydelig omfang.*

Foredragsh. fremholdt, at der også i norske områder utenfor Kristianiafeltet kan påvises forhold, som kan kombineres med de, som er nævnt, og derved gi os et helhedsbilde av de forandringer, som foregik i denne tid. Av særlig interesse er her de nye undersökelser av Carstens i Trondhjemsfeltet.

Foredragsh. gav et kort resume av de stratigrafiske resultater, som Carstens var kommet til. Den östlige del av Trondhjemsfeltet må antages i undre ordovicisk tid at ha ligget over hav. Dette landområde synes nu i midtre Ordovicium at være utvidet både i Trondhjemsfeltet og sydvestover i de centrale deler av Norge. Mellem Bymarksgruppen og Hovindgruppen må der nemlig antages et stort brud, som med bestemthet tyder på et större »lost interval», hvori der har foregået betydelige hævninger og muligvis endog bjergkjedefoldninger, Holtedahls »The Trondhjem disturbance».

Efter denne hævningsperiode indtrådte en ny sænkning, hvorunder Hovindgruppen blev avleiret.

Dette synes at kunne kombineres med de resultater, foredragsh. var kommet til i Kristianiafeltet. Det var rimelig at antage, at hævningen i det centrale Norge begyndte i midtre Ordovicium og hadde sit maximum i slutten av denne tid. Da hævedes også de i SØ liggende strök og strandlinien trak sig sydöstover. I Trinucleusgruppens tid forgik en ny sænkning, hvorved store områder både i NV og SØ for de centrale strök atter blev dækket av havet. Mjösområdet blev dog fremdeles over hav.

Foredragsh. vilde ikke gå nærmere ind på forholdene i de svenske områder. Meget talte dog for, at der også her på flere steder f. eks. i Jemtland og muligens også længre syd var brud av lignende art.

Foredragsh. fremholdt tilslut, at den moderne stratigrafiske skole i N. Amerika stærkt har fremhævet betydningen av de diastrofistiske bevægelser ikke blot for begrændsningen av formationene og de mindre deler av disse, men også for paralleliseringen. De amerikanske undersökelser har git mange slående eksempler på, at der ved siden av de typiske diskordantser, som med engang træder frem og med störste tydelighet angir kontinentalperioder, findes talrige brud mellem konformt avleirete lag, som også finder sin naturlige forklaring ved jordskopebevægelser av mindre störrelse. I de paleozoiske grunde havområder kunde ved disse store deler av havbunden hæves op til havflaten og over denne.

De brud, foredragsh. havde omtalt fra Kristianiafeltet, var av denne art, og han antok, at sådanne brud findes oftere end vi nu aner i Sveriges och Norges gammelpaleozoiske lagrækker. Det vilde være av störste betydning at utforske disse nærmere og söke at udvinde almindelige resultater. För dette var gjort, kan vi ikke komme til en hel forståelse av de stratigrafiske forhold.

Med anledning av föredraget yttrade sig hr WIMAN och *föredraganden.*

Förste byråingenjör JOHN OLSSON höll därefter ett av skioptikonbilder, profiler och tabeller belyst föredrag om: »*Metod för undersökning av lerors hållfasthetsegenskaper, tillämpad vid de geotekniska undersökningarna vid Statens Järnvägar.*»

Föredr. omnämnde inledningsvis de geologiska utredningar, som tidigare verkställts vid Statens Järnvägar och erinrade därefter om tillsättandet av Statens järnvägars geotekniska kom-

mission samt redogjorde för kommissionens sammansättning och uppdrag.

De undersökningsmetoder, vilka föredr. här närmare skulle belysa hade utarbetats i samband med Geotekniska kommissionens utredningsarbete.

Vid den tid då kommissionen började sina arbeten, bedrevos grundundersökningar för byggnadstekniskt ändamål, då sådana undersökningar över huvud taget förekommo, i regel efter synnerligen primitiva metoder. Undersökningen för exempelvis en järnväg inskränkte sig i vanliga fall till nedpressandet eller nedstötandet av en sondborr till fast botten. Endast helt undantagsvis upptogos prov av lagerserien och dessa undersöktes sällan annat än möjligen någon gång i avseende å vattenhalten.

Då man betänker, vilken ofta komplicerad uppgift bedömningen av en marks bärförmåga är, framstår det tydligt, att undersökningar utförda på sådant sätt måste bliva synnerligen otillfredsställande. Det är självfallet, att man för en noggrannare bedömning av bärigheten i första hand måste hava en klar bild av platsens geologiska byggnad. För detta ändamål erfordras givetvis noggranna provtagningsmetoder, så att gränserna mellan lagren skarpt bestämmas. Men vidare måste man känna de olika lagrens fysikaliska egenskaper. Detta kan, då det i regel är fråga om rätt stora djup, vanligen icke ske på annat sätt än genom upptagning av prov medelst borrning och undersökning av dessa prov i laboratoriet.

Det var alltså två huvudgrupper av undersökningar, som kommissionen måste arbeta med, nämligen dels fältundersökningar, dels laboratorieundersökningar.

Efter åtskilligt experimenterande i avseende å fältundersökningarna framlade kommissionen 1917 en första redogörelse för de metoder härutinnan, till vilka kommissionen då kommit.[1] Utom beträffande en del allmänna synpunkter på hithörande frågor innehåller denna skrift en utförlig beskrivning över sondborrningsmetoden samt över provtagningsmetoderna, så långt dessa dittills hade utvecklats.

Föredr. redogjorde därefter för betingelserna för den statiskdynamiska jämvikten i jordlagren och uppehöll sig därvid något vid den olika karaktären av de sammanhållande krafterna inom jordlagren, nämligen den inre friktionen och den inre kohesionen.

[1] Denna redogörelse, »Vägledning vid jordborrningar för järnvägsändamål», utgavs såsom statens järnvägars särtryck n:r 179 och som n:r 1 i statens järnvägars publikationsserie »Geotekniska meddelanden».

Laboratoriearbetet hade emellertid huvudsakligen berört den inre kohesionen, särskilt hos leror, varjämte en del övriga fysikaliska egenskaper hos dessa studerats.

En metod för bestämning av lerors kohesion (hållfasthet), som skulle kunna lämpa sig vid Geotekniska kommissionens arbeten, måste vara enkel och föga tidsödande, enär det kunde förutses, att ett stort antal jordprov måste undersökas. Efter en hel del försök hade man stannat för följande metod.

En metallkon av viss vikt och med viss spetsvinkel, lodrätt upphängd över det till horisontal yta avjämnade jordprovet och med spetsen nätt och jämt berörande detta, får fritt falla ned i provet. Konens fallväg d. v. s. djupet av det intryck, som konen åstadkommer i jordprovet, ger ett uttryck för provets konsistens, på så sätt, att större intrycksdjup givetvis i stort sett svarar mot lösare prov.

Provningsförfarandet med fritt fallande kon har framför provning med platta, kula, cylinder o. s. v. eller med långsamt verkande belastningar följande företräden:

intrycken bliva alltid likformiga, huru små eller stora de än äro;

ett snabbt provningsförfarande ernås med i möjligaste mån mjuk stötverkan vid deformationsarbetet;

man undgår att vid bedömningen av resultaten behöva taga hänsyn till faktorn tiden, enär provningen blir avslutad i och med fallet och någon eftersjunkning i regel icke förekommer.

Vid kommissionens undersökningar har använts en apparat av det utseende, som framgår av fig. 1.

Konen väger 60 g och har en spetsvinkel av 60°. Utom med denna »normalkon» hava till jämförelse prov utförts även med 60°-koner av 10, 30, 100, 200 och 300 g vikt samt med koner av 30° resp. 90° spetsvinklar och 10, 30, 60 och 100 g vikt.

Genom en bearbetning enligt av föredr. närmare angivna riktlinjer av de undersökningsresultat, som på detta sätt framkommit för ett stort antal prov, hade erhållits möjlighet att av det i ett visst lerprov medelst 60 g-60°-konen åstadkomna intrycket framdeducera ett tal, som kunde karakteriseras såsom »relativt hållfasthetstal» för det ifrågavarande provet. Dessa hållfasthetstal angåvo i en godtyckligt vald skala relativmått å den konvikt, som erfordrades för att i de olika proven åstadkomma lika stora intryck. Betraktelsesättet har därvid varit, att då en och samma deformation tänkes åstadkommen i samtliga prov, det för varje prov härför erforderliga »yttre arbetet» måste vara proportionellt mot det »inre deformationsarbetet». Men då intrycken antagas lika,

blir lerans motståndsförmåga, fasthetsgrad, proportionell mot konvikten. Särskilda undersökningar hade visat, att dessa relativtal voro, inom de gränser det gällde, praktiskt taget oberoende av vilket intrycksdjup som valdes såsom jämförelsebas.

Vid kommissionens undersökningar har skalan för hållfasthetstalen valts så, att hållfasthetstalet 10 motsvarar 60g-60°-konens nedsjunkning 10 mm i provet.

Till en början undersöktes lerproven sådana de framkommo till laboratoriet, utan att desamma underkastades avsiktlig omrörning. Då emellertid en lera minskar sin sammanhållning genom omrörning, och då de olika proven givetvis utsatts för olika grad av

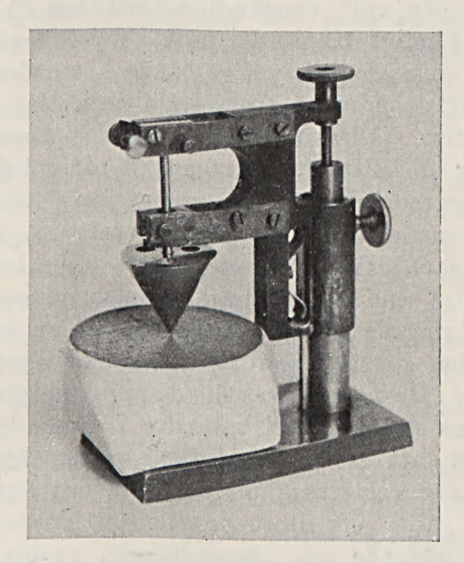


Fig. 1. Intrycksapparat för bestämning av hållfasthetstalet. Konens spets är inställd på ytan av lerprovet i skålen.

oavsiktlig omrörning, kunde de på detta sätt erhållna värdena icke anses såsom tillförlitliga jämförelsevärden. Det blev av denna anledning nödvändigt att undersöka proven dels sådana de framkommit till laboratoriet, varigenom minimivärden på lerans verkliga konsistens erhöllos, dels efter fullständig omrörning, varvid säkrare jämförelsevärden framkommo. Denna omrörning drives så långt, att ytterligare bearbetning för hand icke minskar fastheten.

Då det givetvis är sammanhållningen i just det tillstånd, i vilket leran befinner sig i marken, som närmast intresserar, hava försök gjorts att bestämma förhållandet mellan hållfasthetstalen

för fullständigt omrört och fullständigt oomrört prov. Något enkelt, allmängiltigt förhållande mellan dessa storheter har därvid icke framkommit. Det är också mycket sannolikt, att något sådant förhållande icke står att finna, enär en och samma omrörda produkt kan tänkas framkommen av sinsemellan mycket olika oomrörda prov. Sålunda kunna på olika sätt skiktade leror hava olika hållfasthet i oomrört tillstånd, under det att den omrörda produkten kan bliva lika för dessa leror. Olikheten i den absoluta kornstorleken och i relativmängderna av olika kornstorlekar inverka på liknande sätt. I fall, då det gällt att så noga som möjligt bestämma lerornas konsistens i marken, har man därför måst tillgripa den rätt omständliga metoden för upptagande av möjligast fullständigt oomrörda prov. Och föredr. framhöll, att man numera, trots den betydligt ökade kostnaden, alltmer övergått till oomrörda prov, så snart stabilitetsfallet ansetts kritiskt.

Av de relativa hållfasthetstalen och de procentuella vattenmängderna har erhållits möjlighet att på ett enkelt sätt uttrycka lerornas finleksgrad. Vid en och samma konsistens håller en finkornigare lera mera vatten än en grovkornigare (jfr bl. a. ATTERBERGS utredningar). För att karakterisera olika lerors finleksgrad skulle det alltså endast erfordras, att man genom torkning resp. vattentillsats bringade de olika lerproven till en och samma konsistens och, sedan denna erhållits, bestämde provens procentuella vattenmängder. Dessa senare skulle då giva upplysning beträffande de olika provens ställning till varandra i avseende å finleksgraden på sådant sätt, att större procentuell vattenmängd svarade mot finkornigare prov och tvärt om. Ett sådant förfaringssätt, särskilt om det gäller ett stort antal prov, skulle emellertid vara synnerligen tidsödande och såsom föredr. visade, var en så omständlig procedur heller icke nödvändig.

Genom undersökning vid olika vattenhalter av ett 20-tal systematiskt utvalda jordprov har det nämligen kunnat påvisas, att vattenmängderna, uttryckta i viktsprocent å torrsubstans, för de olika proven hava till varandra ett ganska nära konstant förhållande, då jämförelsen göres vid en och samma konsistens (samma hållfasthetstal) hos samtliga prov, oberoende av vilken denna konsistens är; d. v. s. att %-siffrorna vatten å torrsubstans variera med konsistensen förhållandevis på ungefär samma sätt i olika leror. Härigenom kan den procentuella vattenmängden alltid genom beräkning återföras att motsvara en och samma konsistens hos lerorna. Denna omräknade vattenmängdsiffra blir tydligen en slags index på materialets finlek. Vid kommissionens arbeten har

fastslagits hållfasthetstalet 10 (vid fullständigt omrört prov) såsom jämförelsebas, och den mot detta svarande vattenmängden i vikts-% vatten å torrsubstans har betecknats såsom materialets »finlekstal». Finlekstalet angiver alltså, huru mycket vatten, uttryckt i vikts-% å torrsubstans, ett visst lermaterial binder, då blandningen (ler : vatten) vid fullständig omrörning har en konsistens, som motsvarar hållfasthetstalet 10.

Till en början förmodades finlekstalet utgöra ett relativmått på materialets specifika kornyta, d. v. s. sammanlagda ytan av kornen hos viktsenheten torrsubstans. Detta visade sig emellertid vid närmare undersökning icke vara fallet utan finlekstalet varierar proportionsvis mycket mindre än den specifika ytan. Trots att alltså finlekstalet icke giver *verkligt mått* på materialets finlek har det dock ett mycket stort värde för en ungefärlig bedömning av denna. Såsom undersökningsförfarande har metoden den stora fördelen att vara enkel. Gäller det undersökning av markens bärförmåga, erhålles i regel finlekstalet endast genom en enkel räkneoperation, enär i dylika fall bestämning av såväl vattenhalt som hållfasthetstal ändock erfordras. Det är emellertid tydligt, att man icke genom ensamt bestämning av finlekstalet kan avgöra materialets sammansättning. Sålunda kan t. ex. en gyttjig mjäla giva samma finlekstal som en ren lera och en sandig lera giva samma finlekstal som en ren mjäla. Finlekstalet blir alltså endast ett uttryck för materialets *genomsnittliga* finleksgrad (egentl. kapillariteten).

Finlekstalet får icke förväxlas med den vattenbindningsförmåga (kapillaritet), materialet äger i det tillstånd, i vilket det förekommer i naturen, d. v. s. innan någon omrörning ägt rum.

I anslutning till den lämnade redogörelsen för hållfasthetstalen och finlekstalen demonstrerade föredr. tillämpningen av desamma närmast för järnvägsundersökningar. Bland annat framhöll han hurusom med stöd av de utexperimenterade metoderna det varit möjligt att tydligt påvisa en småningom skeende förbättring av lermark under bankbelastningar. Genom trycket från banken utpressas vatten ur lerlagren under denna och härigenom förbättras lerans konsistens, vilket tydligt ger sig tillkänna vid jämförelse av hållfasthetstalen under och utanför banken.

Med anledning av föredraget yttrade sig hrr Tamm, S. Johansson, G. De Geer och *föredraganden.*

Sista sammanträdet hölls den 14 maj 1921 kl. 10 f. m.

Herr B. HALDEN höll ett av ljusbilder och diagram belyst föredrag *om marina diatomacéers vittnesbörd i kvartära lagerföljder*. Ämnets anknytning till såväl biologisk som geologisk forskning gav föredr. anledning att relativt utförligt uppehålla sig vid den historiska utvecklingen av kännedomen om de marina diatomacéernas geologiska betydelse. Den geologiska diatomacéforskningen, som kan anses grundlagd av EHRENBERG, hade i de nordiska länderna nått en rask utveckling tack vare diatomacébestämningar å recent och fossilt material, utförda av exempelvis HEIBERG, CLEVE, JUHLIN-DANNFELT, ØSTRUP och CLEVE-EULER. Det av Nordens geologer mest uppmärksammade arbetet på detta område var otvivelaktigt P. T. CLEVES år 1899 publicerade uppsats: »Postglaciala bildningarnas klassifikation på grund av deras fossila diatomacéer». Den indelning av de baltiska litorinaavlagringarna i *Clypeus*-bildningar (avsatta i svagt salt vatten) och *Rhabdonema*-bildningar (uppkomna i vatten med starkare salthalt), som här framställes, innebar i själva verket ett praktiskt användbart system till förstående av det kaotiska virrvarr, som diatomacélistornas brokiga namnregister mången gång före denna tid företedde för geologerna. *Clypeus*-florans biologi hade emellertid redan år 1882 beskrivits av H. JUHLIN-DANNFELT. Denne forskare påvisade i sin gradualavhandling, att utom den ringa salthalten även exempelvis ringa vattendjup, skydd för vind och vågor, solöppet läge, med ett ord en alldeles bestämd, lokalgeografiskt betingad kombination av ekologiska faktorer voro rådande vid isoleringen av de grunda baltiska vikarna, vari *Clypeus*-floran levde. Även i fråga om andra baltiska diatomacéers fördelning har JUHLIN-DANNFELT gjort goda iakttagelser. Det är ett märkligt faktum av bevisligen olycklig betydelse för den närmast följande tidens forskning på de baltiska avlagringarnas område, att sistnämnda avhandling nästan totalt synes ha avglömts eller förbisetts, och att en mer ensidig synpunkt, nämligen att havsvattnets olika grad av salthalt alltid vore den avgörande faktorn, kommit att så helt behärska geologernas uppfattning om de marina diatomacéernas fördelning. Föredr. ville därför betona, att slutsatser om diatomacéavlagringars bildningssätt måste baseras på en mer allsidig kännedom om arternas biologi.

Föredr. övergick därefter till en framställning av några karakteristiska drag ur saltvattensdiatomacéernas biologi. Redan vid mitten av 1800-talet plägade botanisterna pointera skillnaden mel-

lan fritt levande och vidhäftande, »parasiterande» arter bland diatomacéerna. I och med SCHÜTTS år 1893 gjorda distinktion mellan »Grund-diatoméen» och »Planktondiatoméen» vore även ett par andra grundväsentliga biologiska synpunkter klart uttalade.

Föredr. gav därpå en kortfattad redogörelse för äldre och senare iakttagelser från de nordiska havsområdena över den stora biologiska diatomacégrupp, som för ett mer eller mindre fastsittande levnadssätt. Många hithörande arter, tillhörande sådana släkten som *Epithemia*, *Achnanthes*, *Cocconeis* och *Licmophora*, äro fritt rörliga och kunna alltså förflytta sig från ett substrat till ett annat, under det att andra, exempelvis *Synedra*, *Rhabdonema* och *Grammatophora*, medelst små gelékuddar sitta fästade på sina substrat, som vanligen utgöras av högre alger. Som substrat för denna grupp i sin helhet fungerade i allmänhet alger, varav oftast nämnas *Cladophoracéer*, *Ectocarpéer* och *Sphacelariacéer* samt *Polysiphonia* och *Ceramium*, men även *Potamogetoner*, *Zostera* m. fl. sjögräs. Ifrågavarande diatomacéer anträffas även på stenar, pålar, musselskal, inuti spongier etc. men synas i allmänhet föredraga alger, särskilt trådformiga sådana.

En fråga, som mycket sysselsatt åtskilliga diatomacéforskare, är den, huruvida vissa diatomacéer föredraga bestämda släkten eller arter som substrat. Sålunda skulle enligt KÜTZING *Achnanthes brevipes* föredraga *Polysiphonia*, *A. longipes Ceramium*. Samme forskare hade vidare funnit, att större alger (*Fucus*, *Chondrus*, *Laminaria* etc.) endast sällan hyste diatomacéer, med undantag stundom för *Synedra*-arter. CLEVE (i äldre arbeten) och KARSTEN uppge för Östersjöns vidkommande ofta nog speciella algsläkten och sjögräs för vissa diatomacéer. Sålunda är t. ex. enl. KARSTEN *Brebissonia Boeckii* nära nog envåldshärskare på *Zostera marina*. ØSTRUP, som i allmänhet icke finner särskilda diatomacéer utmärkande för bestämda alger o. s. v.. nämner emellertid utom *Brebissonia* även *Amphipleura micans*, *Cocconeis*, *Licmophora* och *Synedra* såsom förekommande på *Zostera*.

Enär alltså den botaniska forskningen — föredr. hänvisade yttertill ett antal författare på detta område — med stor samstämmighet angåve, att vissa diatomacéer nästan uteslutande förekomma i samband med marina alger och sjögräs, antingen fastsittande, vidhäftade eller uppehållande sig inom de högre algernas grenverk, ville föredr., ehuru med viss reservation för termens lämplighet, i det följande beteckna de ifrågavarande diatomacéerna såsom *fytofila*.

De fytofila diatomacéernas *batymetriska anspråk* bestämdes alltså i första hand av de djup, på vilka deras värdväxter normalt uppe-

hålla sig i haven. Av särskilt intresse voro några djupsiffror, meddelade av KARSTEN från Kielerbukten. De gälla *Rhabdonema*-arterna, som här skulle förekomma endast på 8—15 m vattendjup samt vara bundna till *Polysiphonier* och *Spacelariaceer*. Den fysiologiska förklaringen härtill vore den, att nämnda *Rhabdonema*-arter, enligt vad kulturförsök låtit förmoda, vore känsliga gent emot allt för starkt ljus. I övrigt vore enligt KARSTEN de »fytofila» diatomacéerna vanligast på djup mellan 5 och 15 m. Med användande av KJELLMANS terminologi för havsregionerna och den närmare begränsning av dessa, som givits av SERNANDER, bleve **litoralen** och **sublitoralen** de regioner, vari de fytofila diatomacéerna leva. Vad åter de döda, sedimenterade diatomacéerna beträffar, framhöll föredr., att litoralsedimenten — undantagandes lagunernas — av tidvatten och strömmar i allmänhet sköljas ut på djupare nivåer. Sublitoralen, i relativt skyddade lägen särskilt dess övre del, vore därför den region, varest flertalet fytofila diatomacéer sedimenterades.

Bland sediment av fytofila diatomacéer kunde från de nordiska haven urskiljas tvänne faciesgrupper:

A. I Balticum: *Rhabdonema*-bildningar, av *Rhabdonema arquatum*, *Rh. minutum* samt vidare *Cocconeis Scutellum*, *Epithemia turgida*, *Gomphonema olivaceum* v. *balticum*, *Grammatophora oceanica*, *Hyalodiscus scoticus*, *Melosira Borreri*, *M. Jürgensii*, *Rhoicosphenia curvata*, *Sydnedra affinis* m. fl. arter, av vilka än somliga, än andra lokalt kunde trycka sin prägel på sedimenten (möjligen beroende på olika salthalt etc.), sålunda t. ex. *Epithemia turgida*-bildningar etc.

B. På Västkusten m. fl. atlantiska kuster: *Rhopalodia*-bildningar, av *Rhopalodia* (*Epithemia*) *Musculus* och *Rh. gibberula* jämte *Achnanthes*-arter, *Brebissonia*, *Cocconeis Scutellum*, *Diploneis didyma*, *D. elliptica*, *Grammatophora*-, *Hyalodiscus*-, *Isthmia*-, *Licmophora*- och *Rhabdonema*-arter, *Synedra* (särskilt *S. crystallina*, *S. undulata* och *S. Baculus*) m. fl. och med växlande lokalfacies som föregående grupp A.

Övergångar mellan A. och B. träffades särskilt i södra och sydvästra delen av Baltiska havet.

Beträffande de fytofila diatomacésedimentens utseende nämnde föredr., att de högre algerna etc. vid sin sönderdelning i allmänhet gåvo upphov till mörk humus. Då därtill svaveljärn- och pyritbildning var vanlig i dessa sediment, kunde dessa stundom bli mörkbruna—brunsvarta. Oftare visade de dock en dragning i mörkt, matt grågrönt.

Andra diatomacéer förekomma normalt på sand och slam, såväl å grundare som å djupare vatten. Dessa kunde benämnas *bottenformer*. Från flacka, lugna sandstränder uppger exempelvis KARSTEN *Gyrosigma Fasciola*, *G. Spencerii*, *Navicula humerosa*, *Diploneis elliptica*, *Surirella Gemma* m. fl., varjämte av hans skildring från Kielerbukten framgår, att bl. a. *Amphora ovalis*, *Campylodiscus Echeneis*, *Navicula peregrina* och *Nitzschia punctata* förekomma på sådana lokaler. Såsom KARSTEN framhåller, komma dessa arters sediment dock icke att kvarligga. Det öppna läget gör, att de snart nog bortsköljas till djupare nivå.

Diatomacélivet i grunda saltvattensbassänger, som stå i begrepp att isoleras och sålunda äro väl skyddade för vågsvall (laguner o. d.), synes i de nordiska länderna icke ha gjorts till föremål för så flitiga studier som de djupare vattnens vegetation. JUHLIN-DANNFELT anför såsom särskilt karakteristiska arter: *Campylodiscus Echeneis*, *C. Clypeus*, *Navicula peregrina*, *N. oblonga*, *Anomoeoneis sculpta*, *Nitzschia circumsuta*, *N. scalaris*, *Chætoceras Wighami* och *Melosira Westii*. Till *Clypeus*-bildningen räknar CLEVE därjämte: *Nitzschia Tryblionella*, *Surirella striatula*, *Mastogloia Braunii*, *Anomoeoneis polygramma*, *Pleurosigma* (*Gyrosigma*) *Spenceri* och *P. strigilis*. Några av ovanstående förekomma även epifytiskt och planktoniskt.

En ytterligare batymetrisk distinktion för grundbottenformerna infördes omkring år 1910 av stratigrafiska skäl av LINDBERG för finska och 1917 av HALDEN för nordsvenska förhållanden, i det att *Clypeus*-bildningar (med framför allt *Campylodiscus Clypeus* och *Nitzschia scalaris*) avgränsas från de å något djupare vatten uppkomna *Campylodiscus Echeneis*- (*Navicula peregrina*-)bildningarna med — utom de namngivande arterna — bl. a. *Mastogloia*-arter och *Amphora mexicana v. major*. Enligt föredragandens nuvarande ståndpunkt utgöras nämnda *Echeneis*-bildningar av översta delarna av de fytofila diatomacéernas sediment, som genom primär inblandning eller kanske oftare utsköljning av material från grunda, öppna stränder erhållit ett inslag av bottenformer.

På grund av ljusare humusfärg och till följd av lufttillträde försvårad pyritbildning utgjordes de sediment, vari grundbottenformerna anträffades, i allmänhet av gulgröna lergyttjor.

Av bottenformerna förekomma emellertid ett stort antal endast eller huvudsakligen å djupare vatten än de fytofila arterna. Dessa äro bättre kända än grundbottenformerna. Enligt uppgifter av KARSTEN, HEIBERG, FLÖGEL m. fl. vore att räkna till denna grupp särskilt en mängd *Amphora*- och *Navicula*-arter, t. ex. *Amphora*

angusta, *A. costata*, *A. coffæiformis*, *A. crassa*, *A. obtusa*, *A. Proteus*, *Amphiprora*-arter, *Navicula Hennedyi* (a),[1] *N. Lyra* (a), *N.* (*Scoliopleura*) *tumida*, *Caloneis blanda* (*a*), *Caloneis Liber*, *Diploneis didyma*, *D. Smithii* (de två sistnämnda även fytofila) m. fl. *Navicula* (coll.)-arter, *Gyrosigma balticum* (oftast), *G. scalproides*, *G. tenuissimum*, *Pleurosigma angulatum*, *P. elongatum* (de två sistnämnda även å grunt vatten), *Nitzschia lanceolata*, *N. Sigma* (vanligen), *N. subtilis* samt vidare t. ex. *Actinoptychus undulatus*, *Auliscus sculptus* (a) *Dimeregramma nanum* (a), *Trachyneis*- och *Tropidoneis*-arter (a). Men framför alla andra gäller *Paralia sulcata* såsom en utpräglad djupbottenform. GRUNOW anföres vanligen såsom auktor för ett yttrande om sistnämnda arts allmänna närvaro i marina avlagringar, men redan 11 år tidigare (1873) förklarar FLÖGEL, som undersökt ett stort antal bottenprov från skilda hav, att *Paralia sulcata* är »die häufigste aller Diatomeen». Det har sedermera visat sig, såsom framhålles av t. ex. OSTENFELD och CLEVE-EULER, att arten är »halvplanktonisk» (»halvbentonisk»). Av sistnämnda omständighet förklaras det faktum, att arten stundom anträffas i avlagringar från grunt vatten. I dylika fall hade *Paralia* t. ex. av HEIBERG befunnits död. Själv hade föredr. flera gånger träffat *Paralia* i enstaka, isolerade individ eller skalhalvor i lagungyttjor från Bohuslän och Halland. Å andra sidan hade föredr. från samma landskap träffat diatomacéjordar bestående av utan all jämförelse dominerande *Paralia sulcata*. I mikroskopiska preparat av icke anrikad diatomacéjord träffades c:a 4 000 *Paralia*-enheter pr cm^2, medan fytofila diatomacébildningar i allmänhet icke hyste mer än en *Paralia*-enhet pr cm^2. (En *Paralia*-enhet = en skalhälft, ett individ eller ett band av flere individ).

Navicula-, *Amphora*-etc. arterna samt *Paralia* gåvo upphov till djupbottenbildningar. De vattendjup, varå dessa uppkomma, bero i första hand på resp. arters uppehållsort under livstiden. Många förekomma exempelvis i slammet mellan algkolonier etc. och träffas därför inblandade i de fytofila diatomacéernas sediment. En del arter synas leva nästan lika gott på grund som på djupare slambotten, t. ex. *Navicula digito-radiata*, *Nitzschia Sigma*, *Gyrosigma balticum* och *Pleurosigma angulatum*. Det stora flertalet träffas dock på havsbottnen utanför algmattorna. För södra Östersjön anför exempelvis KARSTEN, att de av föredr. såsom djupbottenformer betecknade arterna vanligen träffas på 20—26 meters djup. Att individfrekvensen på djupslammet är betydligt mindre än inom

[1] a = endast å atlantiska, ej eller sällan å baltiska kuster.

högre belägna delar av havsbottnen, framgår av JUHLIN-DANNFELTS uppgift från nordligare breddgrader, att inga *levande* diatomacéer av honom anträffats på ett djup av 2 famnar eller mer. Man måste vidare beträffande såväl djupbottenslammet som de fytofila arternas sediment taga med i beräkningen, att en del ej oväsentliga omflyttningar äga rum bland sedimenten. Enligt MÖBIUS' akvarieförsök gå såväl de mekaniska som de termiska och biologiska störningar, som påverka sedimenten, i den riktningen, att slambildningarna under tidernas lopp förflyttas till större djup. Föredr. erinrade vidare om det bekanta faktum, att slambotten vidtager på mycket olika djup såväl i olika hav som även inom skilda men ofta närbelägna delar av samma hav. Såsom en på grund av biologiska förhållanden sannolik utvecklingsgång framhöll föredr. vidare, att, enär algmattorna trivas bäst på relativt fast botten, t. ex. å sand- och skalbankar, det av algmattan och dess diatomacéflora bildade slammet så småningom genom att växa i mäktighet kunde komma de högre algerna att vantrivas, och att följaktligen utpräglade djupbottenformer bland diatomacéerna kunde bli ensamt överlevande på ytan av det »fytofila» slammet, ehuru vattendjupet successivt minskats genom bottnens höjning och ev. samtidigt pågående landhöjning.

Jämnställd med de fytofila arternas och bottenformernas vore slutligen att räkna de äkta *planktonternas* grupp. Den botaniska och hydrografiska litteraturen överflödar på arbeten om diatomacéplankton. Till de allmännaste släktena höra *Chætoceras*, *Coscinodiscus* och *Rhizosolenia*. Hit höra vidare exempelvis *Asterionella*, *Biddulphia mobiliensis*, *Skeletonema*, *Stephanopyxis*, *Thalassiothrix* och *Thalassiosira*. Silicoflagellater, på västkusten *Dictyocha Fibula* och *D. Speculum*, i Balticum *D. tripartita*, äro likaledes vanliga i diatomacéplankton. Till s. k. *pseudoplankton*, som endast tidvis för planktoniskt levnadssätt, kunna räknas den i Västkustens postglaciala avlagringar vanliga *Biddulphia aurita* samt *B. Rhombus*, den förutnämnda *Paralia sulcata*, *Melosira Borreri*, *M. Jürgensii* (tidvis epifyter) m. fl. För nordiska förhållanden har särskilt GRAN väl karakteriserat de olika arternas biologi. Flera olika biologiska grupper av levande plankton ha urskilts av CLEVE. En fossil baltisk planktongrupp vore den av föredr. såsom *Chætoceras-Cyclotella*-bildning beskrivna, bestående av *Chætoceras*-arter (endast sporer bevarade), *Cyclotella striata* var., *Coscinodiscus balticus* och *C. septentrionlis*, *Rhizosolenia Calcar-avis*, silicoflagellaten *Dictyocha tripartita* och ciliaten *Radiosperma corbiferum*.

Ehuru denna stora biologiska grupp, sin planktoniska natur

likmätigt, kunde träffas vitt spridd i haven, vore de flesta arte
(undantag vissa *Chætoceras*-arter) utpräglat pelagiska. Rena fos
sila planktondiatomacébildningar äro därför avsatta på större djup
dit till exempel fytofila arter och bottenformer endast undantagsvi
kunnat förirra sig. Postglaciala lagerföljder från Sveriges väst
kust hade tydligt och klart ådagalagt detta för föredr.

Föredr. sammanfattade det ovan sagda i följande schema:

	I. *Grundbottenbildningar.*	gulgröna-grågröna lergyttjor.
Litoral.	A. *Clypeus*-bildningar.	
	B. *Echeneis-(Peregrina-)*bildningar.	
	II. *Fytofila* (epifytiska etc.) *diatomacébildningar.*	mörka (bruna-gröna svarta) lergyttjor.
Litoral och Sublitoral.	A. (i Balticum): *Rhabdonema*-bildningar.	
	B. (på Västkusten etc.) *Rhopalodia*-bildningar.	
	III. *Djupbottenbildningar.*	grå-gråblå leror.
Sublitoral och Elitoral.	A. *Navicula-Amphora*-bildningar.	
	B. (på Västkusten etc. *Paralia*-bildningar.	
	IV. *Planktonbildningar.*	
Elitoral.	T. ex. *Chætoceras-Cyclotella*-bildningar, *Coscinodiscus*-bildningar.	

Som en tillämpning på sin indelning av de marina diatomacé-
erna efter allmänt biologiska och särskilt batymetriska synpunk-
ter demonstrerade föredr. ett diatomacédiagram (fig. 1) från de övre
marina lagren i Lunna mosse (sydväst om Kungsbacka) i Halland.
Såväl denna som en liknande förekomst vid Hunnestad nära Var-
berg — båda tidigare omtalade av svenska geologer — hade av
föredr. undersökts med understöd från Sveriges Geologiska Under-
sökning år 1918. Vid Lunna ligga sötvattensgyttja och torv, vilkas
bildning begynna i björk-tallskogarnas tid, täckta av marina sedi-
ment till en mäktighet av bortåt 3 m, samt överst av något torv,
vars yta når c:a 12,5 m ö. h. (enl. benäget meddelande av fil. lic.
R. Hägg). Landsänkningen måste här på pollenanalytiska grunder
anses ha börjat, innan alen, eken och linden infunnit sig på om-
rådet, medan hasseln befann sig i livligt framträngande och de
första spåren av alm visade sig. Sänkningens allmänna kontinuer-
liga förlopp åskådliggjordes av diatomacédiagrammet. På flera olika
vägar (bl. a. kvantitativa och kvalitativa analyser av *Paralia sul-*

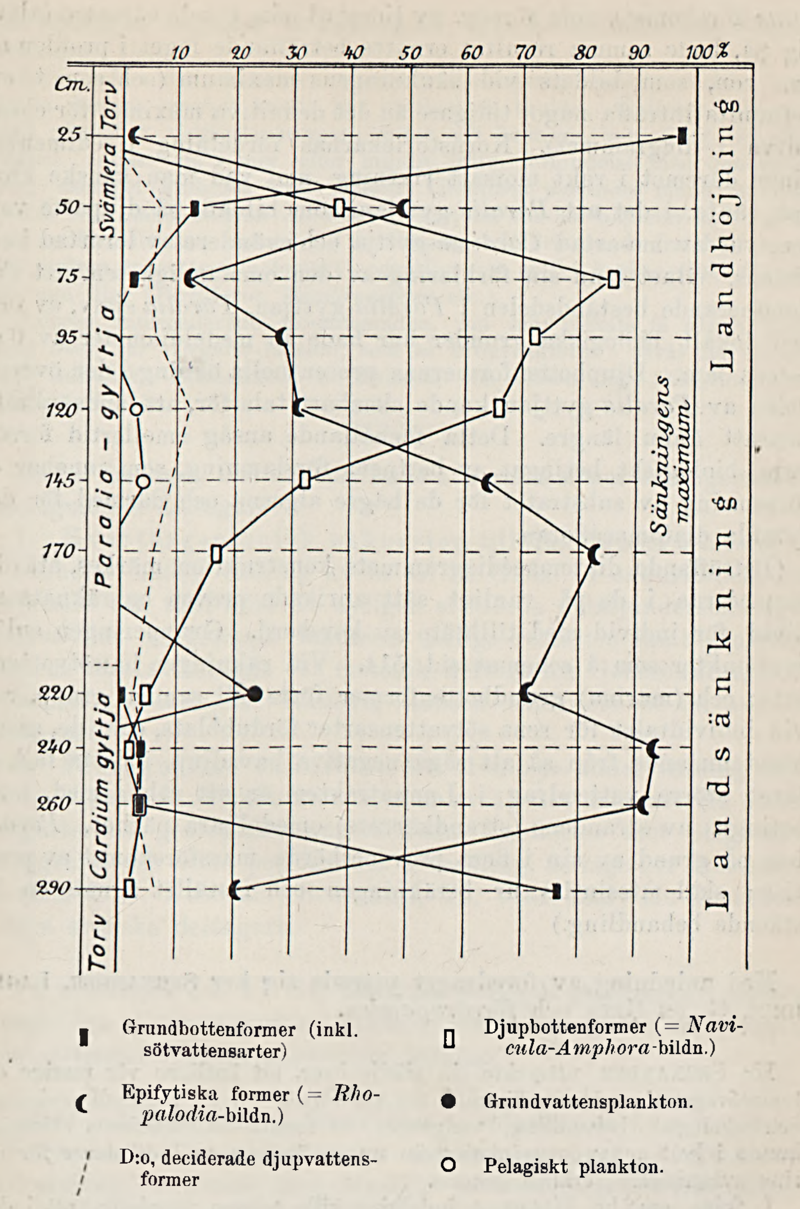


Fig. 1. Biologiskt-batymetriskt diatomacédiagram från Lunna mosse. Procentisk fördelning beräknad efter individräkning å anrikat material. *Paralia* ej medräknad.

catas förekomst), som föredr. av tidsskäl icke kunde närmare inlåta sig på, hade samma resultat ernåtts beträffande läget i profilen av den zon, som bildats vid sänkningens maximum (och som t. ex. befunnits inträffa något tidigare än det definitiva maximet för ekens kurva i diagrammet). Kornstorlekarnas fördelning i sedimenten ginge däremot i rakt motsatt riktning, mot vad man kanske kunnat vänta, i det att *Paralia*-gyttjan, som bildats på djupaste vatten, var av mo-artad *Cardium*-gyttja och svämlera av lerartad konsistens, vilket fann sin förklaring av den omständigheten, att den dominerande beståndsdelen i *Paralia*-gyttjan, *Paralia* själv, av inre och lokalt biologiska grunder här hade en medeldiameter av 0,02—0,05 mm. Djupbottenformernas procentuella ökning i den översta delen av *Paralia*-gyttjan kunde skenbart tala för, att landsänkning fortsatt ännu längre. Detta förhållande ansåg emellertid föredr. vara biologiskt betingat av bottnens förslamning, som innebar en försämring av substratet för de högre algerna och därmed för den fytofila diatomacéfloran.

(Beträffande diatomacédiagrammets konstruktion märkes, att diatomacéerna i de på vanligt sätt anrikade proven ha räknats individ för individ med tillhjälp av korsbord. Grupperingen enligt synpunkter som å schemat sid. 514. Vid räkningen ha sötvattensarter och (marina) grundbottenformer förts till samma grupp, varvid individtalet för rena sötvattensarter fördubblats, enär de, såsom härstammande från så att säga negativa havsdjup, i detta fall, då intet större vattendrag i Lunnatrakten är att räkna med, torde betingas av strandens (strandkärrets) omedelbara närhet. *Paralia* har på grund av sin i flera prov oerhörda massförekomst av praktiska skäl uteslutits ur beräkningen och i stället ägnats en fristående behandling.)

Med anledning av föredraget yttrade sig hrr SERNANDER, LAGERHEIM, G. DE GEER och *föredraganden.*

Hr SERNANDER uttryckte sin glädje över, att äntligen vår marina diatomacévegetation blivit föremål för ett försök till en rationell sociologisk och ekologisk behandling, varigenom de fossila diatomacéerna säkerligen kunde i helt annan utsträckning än nu användas som indikatorer för marina avlagringars verkliga genesis.

I fråga om hr HALDENS indelning ville talaren framhålla, att i densamma måste inskjutas en *nitrofil* grupp. Särskilt finnes tydligtvis en sådan bland föredragandens *Clypeus*-bildningar. Talaren skisserade vegetationen i *marerna* på Arholma i Roslagen: vindskyddade laguner, genom landhöjningen stadda i övergång till sötvattensbäcken. Här visade sig flera grönalger, cyanofycéer, characéer och fanerogamer som tydliga nitrofiler,

och säkerligen vore även de diatomacéer, vilka bottenfälldes som *Clypeus*-bildningar, sådana.

Från införandet av termen »*fytofil*» ville talaren bestämt avråda. Den gamla termen »*epifyt*» kunde här mycket väl brukas. Epifyter behöva ej med särskilda vidfästningsorgan, rötter och hapterer, vara fästa vid värdväxten, endast stå i mer eller mindre intim förbindelse med densamma. Som exempel anfördes den rotlösa *Tillandsia usneoides* bland fanerogamerna och bland lavarna *Alectoria*-grenar, om ock här hapterer under gynnsamma förhållanden komma till utbildning. I förbigående framhöll talaren det strängt taget terminologiskt oegentliga att epifyt brukas såväl för växter som djur (*Sertularia*, *Membranipora* etc.).

Talaren interpellerade föredraganden, om han lyckats få någon utredning över, var »Degerö»-lokalen, som så flitigt anföres i såväl den svenska som utländska litteraturen, är belägen och vilken slags avlagring den i själva verket är.

Under fredagen den 13 maj hade två exkursioner arrangerats för geologmötets deltagare:

1. Kvartärgeologisk exkursion till trakten norr och öster om Stockholm under ledning av hr G. DE GEER. I exkursionen, som åsyftade att, med stöd av nyligen slutförda detaljundersökningar, belysa den senglaciala landisens årliga recession samt geokronologiens förutsättningar och metodik, deltogo hrr GOLDSCHMIDT, N. H. KOLDERUP, NORDMANN, RAMSAY, REUSCH samt ett 30-tal svenska deltagare.

2. Petrografisk exkursion till *Almunge* under ledning av hr PERCY QUENSEL. I exkursionen, som avsåg att demonstrera alkalibergarternas geologiska uppträdande, kontakter mot omgivande berggrund och olika petrografisk utveckling, deltogo hrr BORGSTRÖM, FOSLIE, C. F. KOLDERUP, SCHETELIG, TH. VOGT, Lady MC ROBERT och några svenska deltagare.

På middagen den 14 maj besöktes Sveriges geologiska undersöknings och Naturhistoriska riksmuseets lokaler, där samlingarna demonstrerades under sakkunnig ledning.

Efter mötesdagarna i Stockholm anordnades en *huvudexkursion till Stockholms skärgård* under ledning av hr P. J. HOLMQUIST. Exkursionen startade med särskild förhyrd ångslup från Blasieholmen söndagen d. 15 maj kl. 9 f. m. Efter besök vid sprängningarna vid Hammarbyleden och Saltsjöbaden, styrdes färden ut till Runmarö skärgård, där under söndag och måndag leptiternas olika sammansättning och tektonik samt förhållanden till gnejsgraniterna, metamorfosens olika utvecklingsstadier m. m. studerades.

På tisdag besöktes Utö och Nynäs. Kl. 6 e. m. hade prof. HJALMAR SJÖGREN, inbjudit exkursionsdeltagarna till middag å Nynäs gård. På kvällen skedde återresan till Stockholm. I exkursionen deltogo hrr BORGSTRÖM, FOSLIE, GOLDSCHMIDT, C. F. KOLDERUP, N. H. KOLDERUP, REUSCH, SCHETELIG, TH. VOGT, Lady MC ROBERT samt ett 15-tal svenska deltagare. Till ledning för exkursionsdeltagarna hade fördelats en av ledaren författad exkursionsguide.

Efter huvudexkursionen hade två fortsättningsexkursioner anordnats.

Under ledning av hr AXEL GAVELIN reste en del av mötesdeltagarna ned till Västerviks skärgård, där under tiden 18—21 maj, kvartsit-leptitområdets olika grader av metamorfos, uppsmältnings- och assimilationsfenomen, samt kontakter till gnejsgranit och den yngre Smålandsgraniten voro föremål för studier. I exkursionen deltogo bl. a. hrr BØGGILD, GOLDSCHMIDT, HAMBERG, Lady MC ROBERT, och fr. CALLISEN.

Under ledning av hr P. GEIJER besökte slutligen en annan grupp Falun, där den 19—20 maj ytstrukturer i leptitformationen, de gnejsiga granitbergarterna och deras kontakter samt kismalmerna och de dem åtföljande bergarterna studerades. I denna exkursion deltogo hrr BACKLUND, N. H. KOLDERUP, TH. VOGT jämte ett 10-tal svenska deltagare.

Mötet den 13 oktober 1921.

Närvarande 54 personer.

Meddelade ordföranden att sedan förra mötet Föreningens medlem prof. TH. THOREDDSEN i Köpenhamn avlidit samt ägnade hans energiska och entusiastiska forskningsarbete på Island några erkännsamma minnesord.

Meddelades att styrelsen till medlemmar i Föreningen invalt
Direktör CARL BUGGE, Kristiania, föreslagen av hrr V. M. Goldschmidt och C. F. Kolderup.
D:r M. SAURAMO, Hälsingfors, föreslagen av hr Leonh. Borgström.
Löjtnant ÅKE WICKMAN och
Fil. stud. ELIS DAHLSTRÖM, föreslagna av hr Quensel.
Teknolog S. G. THORNÉ, Stockholm, föreslagen av hr Holmquist.
Museiassistenten KAREN CALLISEN, Köpenhamn, föreslagen av hrr Sandegren och Sundius.
Lektor S. B. SWEDBERG, Göteberg, föreslagen av hr Sahlström.
Teknologen SVEN GÄRDIN, Stockholm, föreslagen av hr Halden.
Fil. kand. E. G. LINDBERG.
Fil. kand. B. BOHLIN samt
Fil. stud. E. WIMAN, samtliga i Uppsala och föreslagna av hr G. Frödin.

Höll Föreningens korr. ledamot och gäst geheimerådet A. PENCK från Berlin ett uppmärksammat föredrag om: *Die letzten Hebungen der Alpen.* Föredraget illustrerades av ljusbilder.

En uppsats i nära anslutning till föredraget kommer att publiceras i ett följande häfte av förhandlingarna.

Med anledning av föredraget yttrade sig hr G. DE GEER.

Mineralens hårdhet.

Av

L. H. Borgström.

Med ett minerals hårdhet förstå mineralogerna dess förmåga att motså inverkan av en skrapande spets. Vid de vanliga hårdhetsbestämningarna drages sålunda en mot en glatt yta tryckt, mer eller mindre utpräglat konisk eller kilformig, hård spets fram över ytan. Om härvid ingen repa uppkommer i ytan anses ytans material hårdare än spetsens; uppstår åter en repa, säges ytan vara mindre hård än spetsen. Ju lägre ytans hårdhetsgrad är, desto större och tydligare är repan.

En närmare granskning av hårdhetsprovets mekaniska detaljer visar, att förloppet av detsamma kan delas i tvenne delar: 1) Spetsen tryckes mot ytan och tränger eventuellt in i densamma; 2) Spetsen föres fram över ytan och plöjer eventuellt en fåra i densamma.

Då en spets tryckes mot ett plan, beröra de båda kropparna varandra i en mycket liten yta. Trycket fördelar sig på en lika stor areal av det ena ämnet som av det andra. Då trycket ökas måste till sist det mindre fasta materialet giva vika. Är det spetsen, så blir den något avtrubbad, så att dess nya genomskärningsareal blir stor nog för att uppbära trycket. Ger åter ytan efter, så intränger spetsen i det underliggande materialet så djupt, att den kommer att vila mot detsamma med en areal, som har tillräcklig bärkraft för att motstå det använda trycket. Ju hårdare materialen äro, desto mindre bäryta behövs det. Processens här framhallna natur leder till att hårdheten kan återföras till förmågan att motstå ett visst tryck per ytenhet. Vid de vanliga försöken att bestämma hårdheten appliceras en spets av hårt material mot en yta, som är mindre

hård och ger vika. Hårdheten är ur denna synpunkt att beteckna som en plan ytas förmåga att göra motstånd mot en inträngande spets. Det sålunda definierade hårdhetsbegreppet kan lämpligen benämnas *inträngningshårdhet*. Inträngningshårdheten kan anges i absolut mått t. ex. i kg. per mm^2.

För att en spets skall kunna frambringa en repa i en yta vid sin rörelse över densamma fordras naturligtvis främst, att den vid försökets utförande skall intränga i ytan. Då spetsen drages åt sidan från det ställe, där den först inpressats, påverkas den utom av det vinkelrätt mot ytan verkande trycket av en kraft, som är riktad parallellt med ytan. Resultanten av dessa båda krafter får en mot ytan sned riktning och kommer alltså, om försöket gäller en kristall, att verka i olika kristallografiska riktningar, då den med ytan parallella kraften inställes i olika riktningar uti ytan. Om dessa olika kristallografiska riktningar motsvaras av olikhet i hårdheten, framträder olikheten vid försöken och spetsen plöjer vid sin rörelse parallellt med olika kristallografiska riktningar t. ex. parallellt med olika kristallkanter olika djupa repor i ytan. Det är lätt att förstå, att olika resultat kunna visa sig också om spetsen längs en viss linje rör sig i en riktning och då den längs samma linje rör sig åt motsatt håll, ty tryck- och drag-krafternas resultant löper ju i dess två fall i olika riktningar. Storleken av variationen i mätningsresultaten vid sådana försök beror såväl av försöksanordningarna (främst förhållandet mellan de använda tryck- och drag-krafterna) som av de olika kristallografiska riktningarnas olikhet i hårdhetsgrad och av de förefintliga hårdhetsmaximas och hårdhetsminimas läge i förhållande till den undersökta ytan och till de applicerade krafternas riktning. Sambandet mellan de vid försöket uppträdande mätbara storheterna: trycket, dragkraften och riktningen inom kristallytan, samt de i kristallen existerande hårdhetsvariationerna är av så komplex natur, att det torde vara mycket svårt att på antytt sätt komma till en uppskattning i absolut mått av hårdhetsvariationernas verkliga storlek. Man får därför lov, att i detta fall nöja sig med för vissa försöksanordningar gällande relativa tal. Så hava också de forskare gjort, vilka använt hithörande s. k. *ritsmetoder* för bestämmandet av mineralens hårdhet och dennas variationer på olika ytor och i olika riktningar inom en och samma yta. Medan den vid ritsförsök framträdande hårdhetsyttringen, som vi kunna kalla mineralens *ritshårdhet*, kan variera för olika riktningar inom en och samma kristallyta, är *inträngningshårdheten* alltid en enda för varje yta och hänför sig till den mot ytan vinkelräta riktningen.

Då en spets på ovan antytt sätt plöjer en fåra i en spröd yta blir repans bredd och tydlighet icke endast beroende av den inträngande spetsens dimensioner, utan repans ränder brista och stycken springa lös. Dessas form och storlek äro beroende av mineralets klyvbarhet och klyvbarhetsriktningarnas läge i förhållande till spetsens rörelseriktningar. Där utpräglade klyvbarhetsriktningar eller translationsriktningar finnas, framträder olikheten mellan olika ritsriktningar på en och samma kristallyta mycket tydligt.

Ritshårdhetsbestämningar äro jämförelsevis lätta att utföra och dylika mätningar hava uppenbarat synnerligen intressanta omständigheter i avseende å sambandet mellan kristallers symmetriförhållanden och variationerna i deras hårdhet. Såväl mineraloger som kristallografer hava därför företrädesvis begagnat sig av hithörande metoder vid sina undersökningar av hårdheten.

Inträngningshårdheten har emellertid, så som den här definierats, fördelen att kunna direkt uttryckas i absolut mått samt fastslås till en exakt bestämd yta och riktning hos den undersökta substansen. Inträngningshårdhetens storlek utövar ju dessutom ett avgörande inflytande på resultaten av ritsförsöken. Det sålunda definierade hårdhetsbegreppet synes därför vara av fundamental betydelse. Också hava metoder, vilka åsyfta ett direkt mätande av en given provytas motstånd mot inträngandet av en vinkelrätt mot densamma pressad kropp föreslagits av flere fysiker och tekniker, vilka intresserat sig för jämförelse av hårdhetsgraden hos olika material.

Så ansågo Calvert och Johnson[1] en metalls hårdhet vara proportionell med det tryck i kg. som behöves för att i en yta av densamma inpressa en viss stämpel med formen av en stympad kon till 3.5 *mm:s* djup på 30 minuter. Bottone[2] pressade en cylinder med 1 *cm* radie till 1 *cm:s* djup i olika metaller och ansåg det erforderliga trycket (i atmosfärer) kunna tjäna som uttryck för hårdheten. v. Uchatius[3] riktade en mejsel med avrundat bett mot den platta, som skulle undersökas, och lät en 2 kg:s vikt från 25 *cm:s* höjd falla på mejseln, så att denna inträngde i metallplattan. Det därvid uppkomna avtryckets längd ansåg han vara omvänt proportionellt mot metallens hårdhet. v. Kerpeli[4] åter slår in en konisk spets i provytan med en viss konstant kraft samt uppmäter avtryckets diameter. Vägledd av den belysning, som givits tidigare i denna uppsats, kan man finna, att de av Calvert och Johnson samt

---

[1] Calvert och Johnson, Phil. Mag. **17**, 114. 1859.
[2] Bottone, Chem. News 1873. 27.
[3] v. Uchatius 1874, cit. i Pöschl. Die Härte der Festen Körper, Dresden 1909.
[4] v. Kerpeli 1888, som [3].

Bottone givna relativtalen böra någorlunda motsvara inträngningshårdheten, medan man vid Uchatius och Kerpelis jämföranden icke bör sätta hårdheten proportionell med avtryckets diameter resp. längd utan med diameterns resp. längdens kvadrat.

En metod för bestämning av metallernas hårdhet, som vunnit burskap inom tekniken, har uppfunnits av Brinell[1]. Han pressar en hård kula mot den yta, som skall undersökas, och får hårdhetstalet genom att dividera det i kg. uttryckta trycket med den i kvadratmillimeter uträknade arealen av det sfäriska avtryck, som kulan vid försöket frambringar i provytan. Enligt den föreställning om hårdhetsproven och inträngningshårdheten, som givits på sid. 521, vore det riktigare, att vid Brinells försöksanordning beräkna hårdheten genom att dividera trycket med arealen av den cirkelformiga plana yta, i vilken sfären skär den plana provytan. Vid försöken utövar emellertid provkroppens plasticitetsgrad och elasticitetsgrad ett visst inflytande och är det väl till följd därav, som det av Brinell föreslagna beräkningssättet faktiskt för olika försök ger något bättre överensstämmande resultat än det enklare beräkningssättet. De enligt de båda beräkningsmetoderna erhållna värdena avvika icke mycket från varandra, så att man kan säga, att de Brinellska hårdhetstalen någorlunda motsvara inträngningshårdheten. Brinells metod är tyvärr endast användbar för ämnen med hög plasticitetsgrad. Benedicks[2] har visat att man enligt Brinells förfarande erhåller något lägre hårdhetstal, då mycket låga tryck användas. Försök, vid vilka kulor med olika radie nyttjas, giva något lägre hårdhetstal, då större kulor användas. Benedicks upptäckte vidare, att man får konstanta resultat, om man multiplicerar de med olika kulor erhållna Brinellska värdena med femte roten av radien. Detta innebär emellertid, att man korrigerar de funna värdena, så att de motsvara de förhållanden, som skulle råda, om en mycket liten kula blivit använd. De sålunda korrigerade hårdhetstalen beteckna alltså ytans hårdhet vid inträngningen av en spets och motsvara härutinnan definitionen på inträngningshårdheten.

Utgående från teoretiska betraktelser över kohäsionsförhållandena hos elastiska och spröda ämnen har Herz[3] redan 1882 kommit till att definiera hårdheten som det högsta tryck per ytenhet, som en substans kan uthärda utan att brista, varvid trycket uppmätes i

---

[1] Brinell. Sätt att bestämma kroppars hårdhet jämte tillämpningar av detsamma. Teknisk Tidskrift, 1900, m. fl. uppsatser.
Ludwik cit. i Pöschl. har modifierat metoden.

[2] Benedicks Recherches Physiques et physico-chimiques sur l'acier au carbone. Dissertation. Uppsala 1904, m. fl.

[3] Herz Gesammelte Werke. Bd. I. Leipzig 1895.

mitten av en cirkelformig pressyta, där det enligt teorin är $^3/_2$ av medeltrycket på den som plan tänkta pressytan. Han får så:

$$H = \frac{3\,p}{2\,\pi\,a^2}$$

där H = hårdheten, p = högsta tillåtna tryck i kg., a = pressytans maximala radie vid bristningen.

Den HERZska principen för hårdhetsbestämning har vidare utarbetats av AUERBACH[1], som angivit en metod för noggrann bestämning av hårdheten. Hans försöksanordningar tillåta honom att uppmäta kontaktytan mellan en sfär och ett plan samtidigt som tryck utövas mellan dem. För att få hårdhetstalet för varje substans för sig oberoende av andra ämnen använder han vid sina mätningar alltid en kula av samma material som planet. Också vid AUERBACHS metod erhållas lägre värden på hårdheten, då kulans radie är större, och ernår han konstanta värden först då han multiplicerar de funna talen med tredje roten av radien. Denna produkt kallas av AUERBACH ämnets absoluta hårdhet. Liksom den av BENEDICKS föreslagna motsvarande korrektionen av de BRINELLska hårdhetstalen innebär AUERBACHS multiplikation ett försök att återföra hårdhetsbestämningen till det förhållande, som skulle råda vid inträngningen av en spets. AUERBACH har enligt sin metod bestämt hårdheten hos de flesta av hårdhetsskalans mineral samt några andra substanser. Metoden är noggrann, men tyvärr obekväm, i det man behöver en polerad sferisk yta jämte en slipad plan yta av felfritt material. Den ställer också stora fordringar på materialets genomskinlighet och homogenitet. AUERBACH har definierat hårdheten på följande sätt: »Hårdheten är en kropps elasticitetsgräns vid beröring av dess plana yta med en sfärisk kropp». Som ovan framhållits föra hans beräkningssätt till tillägget att sfären skall hava mycket liten radie, varför man lika så gärna skulle kunna säga direkt, att hårdheten är en kropps elasticitetsgräns vid beröringen av en plan yta av densamma med en spets, d. v. s. den är lika betydande med det som i föreliggande uppsats betecknats med inträngningshårdhet; också har AUERBACH redan använt denna term för sina hårdhetstal. Både HERZ och AUERBACH hava uttryckligen framhållit att deras hårdhetsbegrepp motsvarar det mineralogiska hårdhetsbegreppet och de hava gjort jämförelser mellan den vanliga mineralogiska hårdhetsskalan och de av dem erhållna hårdhetsvärdena. De hava emel-

[1] AUERBACH. Annalen der Physik u. Chemie **43**, sid. 61, **45** sid. 262, Ann. der Physik **3** 1900, sid. 108, m. fl.

lertid åsyftat icke blott fastställandet av vissa hårdhetstal utan ha de fastmera intresserat sig för att dels teoretiskt dels experimentelt studera de funna hårdhetstalens beroende av och sammanhang med de använda kropparnas form och materialets olika egenskaper. Deras arbeten hava på grund av dessa utflykter inom den teoretiska fysikens område, vilka röra frågor av mycket invecklad natur, icke rönt det erkännande av mineralogerna, som de förtjäna, utan hava tvärtom blivit förbisedda. Så säges t. ex. i TSCHERMAK-BECKES Lehrbuch d. Mineralogie av år 1915 om HERZ-AUERBACHS hårdhetstal »Für den so gemessenen Widerstand dürfte jedoch nicht der Ausdruck Härte gebraucht, sondern es müsste eine andere, eine neue Bezeichnung eingeführt werden.» PÖSCHL åter säger i sin bok Die Härte der festen Körper att AUERBACHS metod icke så mycket ger ett mått på hårdheten i vanlig bemärkelse som på substansens tenacitet. Den förklaring av hårdhetsprovens natur, som givits i början av denna uppsats, synes dock otvetydigt visa att det är HERZ och AUERBACH, som hava rätt.

Såsom ovan framhållits är även vid hårdhetsbestämning med en spets, som drages över ytan, det utslagsgivande fenomenet det, att spetsen överhuvud intränger i ytan. Av försök, som utförts enligt sådana metoder, kan man därför även draga slutsatser om mineralens inträngningshårdhet. Till en dylik undersökning inbjuda de utförliga observationsserier, som offentliggjorts av PÖSCHL.[1] Denna forskare har nämligen icke blott angivit det tryck, som vid försöken vilade på spetsen, utan också noggrannt uppmätt bredden av den rispa, som vid desamma uppkommit i provytan. Genomskärningsarean av det intryck, som uppstod, då den oktaederformade diamantspetsen inträngde i mineralytan, kan anses närmelsevis lika med kvadraten på repans bredd, varför hårdheten (i kg. per mm^2) erhålles, då det använda trycket (i g.) divideras med kvadraten av den nämnda bredden (i μ.). Innan PÖSCHLS hårdhetstal här nyttjas, är det skäl att utreda, i vilken mån de beräknade värdena kunna anses motsvara inträngningshårdheten därutinnan, att de för en given substans och en given yta leda till ett bestämt värde i kg. per ytenhet. Ur PÖSCHLS redogörelse för uppmätningarna av repans bredd framgår att talen för densamma ofta icke äro säkra på 10 % à 20 % varföre man icke härvid kan vänta synnerligen noggranna hårdhetstal. PÖSCHL har bestämt ritshårdheten i varje av honom undersökt riktning genom att mäta bredden av de repor, som uppkommit då spetsen belastats med 10 g, 5 g eller 2 g för mindre

[1] PÖSCHL, Die Härte der festen Körper. Dresden 1909.

hårda mineral och 20 g, 10 g eller 5 g för medelhårda mineral samt 50 g, 20 g eller 10 g för hårda mineral. Endast för de hårdaste mineralen använde han ännu större belastning. Den kraft, som behövdes för att föra spetsen över ytan, uppmätte han icke, och måste densamma därför lämnas ur räkningen. PÖSCHLS värden på repans bredd kunna beräknas variera som 1 : 1.41 beroende på om den oktaedriska spetsen fördes fram över ytan med en oktaederyta eller med en oktaederkant främst. Först gäller det att se, om de olika försöken i en och samma yta och en och samma riktning ge överensstämmande resultat, då de uträknas i g per μ^2 (= kg. per mm^2). Tabellen på sid. 529 ger en översikt av PÖSCHLS experiment, varvid för de olika observationsserierna den använda belastningen dividerats med kvadraten av repans bredd. Ur tabellen synes, att de sålunda uträknade hårdhetsvärdena, vilka enligt teorin borde vara konstanta, förete avsevärda variationer. Variationerna äro dock oregelbundna, så att man av dem kan sluta sig till, att funktionen P/d^2 i allmänhet motsvarar förhållandet mellan belastningen och repans bredd, samt att variationerna kunna anses bero på onoggrannhet. Om nämligen P/d^2 icke skulle vara den rätta funktionen, skulle denna kvot regelbundet stiga eller falla med fallande P-värden. Av de för en sådan jämförelse användbara 38 försöksserierna visa nu 7 stigning vid avtagande P, medan 5 visa fallande värden och 26 hava obestämd tendens.[1] PÖSCHL anför att proportionalitet äger rum mellan den använda belastningen och ritsfårans volym. Han menar därvid volymen av en 1 μ:s längd av denna, vilken volym han uträknar ur den uppmätta bredden d enligt formeln $d \times \frac{d}{2} \times \frac{1}{2}$ som är lika med $d^2/4$. PÖSCHL anser alltså att förhållandet P/d^2 vid hans experiment bör betraktas som konstant. Möjligen hade en uppmätning av den åt sidan riktade kraftens storlek givit förklaring till de nu erhållna resultatens brist på noggrannhet. Denna onoggrannhet visar sig icke endast vid jämförelse av med olika belastning i samma riktning och på samma yta erhållna resultat, utan visa även att olika hårdhetsprov för samma mineral i kristallografiskt identiska riktningar med en och samma belastning kunna uppvisa avsevärda variationer i repans bredd och alltså i hårdhetstalet, så t. ex. ge med 10 g belastning försöksserierna n:r 3 13.7 mg per μ^2, n:r 5 17.4, n:r 7 18.9, n:r 9 22.6. Skillnaden mellan serierna n:r 39 och n:r 40 är förklarlig såsom beroende på ytans strimmiga be-

[1] Särskilt stora variationer märkas i försöksserien n:r 9, men de bero säkert på försöksfel, emedan försöksserierna n:ris 10, 13 och 14, som borde vara identiska med n:r 9, icke visa samma variationer.

skaffenhet, ehuru man stannar i ovisshet om mineralets egentliga hårdhet. Om också de ur Pöschls observationer beräknade hårdhetstalen icke kunna tillskrivas någon stor noggrannhet, som ur det nyss anförda framgår, ge de i alla fall ett bättre begrepp om förhållandet mellan de olika substansernas hårdhet, än man tidigare varit i stånd att ernå vid mineralogisk hårdhetsbestämning och är det därför av stor betydelse, att de sålunda beräknade hårdhetstalen visa en anmärkningsvärd överensstämmelse med de värden, som erhållits enligt Brinells och Auerbachs metoder. (Jmfr. tabellen sid. 531). I denna överensstämmelse ligger ett bevis på riktigheten av åsikten, att det är i huvudsak samma egenskap, samma art av hårdhet, som kommer till uttryck vid ritsproven (alltså vid de vanliga mineralogiska hårdhetsproven) och vid bestämningar enligt Brinells och Auerbachs pressningsmetoder.

För att ytterligare undersöka i vad mån det är möjligt att direkt bestämma mineralets inträngningshårdhet har författaren utfört en serie experiment vid vilka en spetsigt slipad diamant under känd belastning inpressades i en plan yta av försöksmaterialet, varefter den i ytan uppkomna fördjupningen uppmättes. Hos icke alltför spröda substanser var denna fördjupning ett skarpt avtryck av diamantspetsen, men hos spröda mineral ägde bristningar rum och fördjupningens begränsning blev otydlig. De erhållna värdena kunna i sådant fall icke göra anspråk på noggrannhet. Resultaten i kg. per avtryckets genomskärningsareal i *mm* anföras i tabellen på sid. 531 vid sidan av ur Pöschls mätningar beräknade hårdhetstal och Auerbachs värden för mineral.

Vid sidan av ritsmetoderna hava slipmetoderna fått användning för mätning av mineralens hårdhet. Vid dessa föres den yta, som skall undersökas, vid ett visst tryck fram och tillbaka över ett på underlag utbrett slippulver. Efter en viss tid konstateras den volymförlust, som den undersökta ytan härvid lidit. Som jämförelsematerial tjänar en lika stor yta av känd hårdhet som behandlas på samma sätt. Hårdheten anses omvänt proportionell till volymförlusterna. Mekaniken vid slippulvrets angrepp på provytan är likartad med en skrapande spets' inverkan. Skillnaden är, att flere spetsar samtidigt komma till användning och trycket fördelar sig på dessa samt att spetsarnas rörelse sker i varierande riktningar, så att resultatet representerar ett slags medeltal, som karaktäriserar ytan. Då under slipningen pulvret blir all finare och mera jämnkornigt växer antalet spetsar och trycket, beräknat per spets, blir allt mindre, den bärande arealen allt större. Då slippulvrets korn får alltmera rundade former ökas också bärytan mellan detsamma

P/d² ur Pöschls mätningar.

Seriens n:r		100 g.	50 g.	20 g.	10 g.	5 g.	2 g.	Medeltal.
1	Talk, klyvyta, från Greiner i Tyrolen	—	—	—	5.7	8.7	8.9	7.8
2	Aluminium, polerad plåt . . .	—	—	—	21	15	20	18
	Stensalt från Wieliczka, hexaederyta.							
3	‖ hexaederkant	—	—	—	13.7	12.5	10.2	12.1
4	45° från d:o	—	—	—	13.7	14.2	16.5	14.8
5	90° från d:o	—	—	—	17.4	17.3	20.0	18.2
6	22½ från d:o	—	—	—	16.0	13.9	16.5	15.5
	En annan hexaederyta på spjälkstycket.							
7	‖ hexaederkant	—	—	22.1	18.9	15.5	31.3	21.9
8	45° från d:o	—	—	27.4	22.6	22.3	31.3	25.9
	En tredje klyvyta.							
9	‖ hexaederkanter	—	—	—	22.6	15.4	24.7	20.9
10	45° från d:o	—	—	—	22.6	15.4	24.7	20.9
	Medeltal.							
	Gips från, Montmartre, klyvyta ‖ 100.							
11	⊥ mot symmetriplanet . . .	—	—	—	17.4	22.3	31.2	23.6
12	180° från föregående	—	—	—	13.7	17.6	24.7	18.7
	Blyglans från Felsöbanya, klyvyta 001.							
13	‖ hexaederkanten	—	—	34.7	28.4	29.9	—	31
14	# 90° från d:o	—	—	37.8	25.0	34.8	—	32.5
15	45° från d:o	—	—	34.7	29.0	22.3	—	28.7
	Antimonglans från Felsöbanya 010.							
16	‖ vertikalaxeln	—	—	34.7	25.0	22.3	—	27.3
17	‖ brachyaxeln	—	—	45.1	34.6	34.7	—	38.1
18	45° från d:o	—	—	45.1	27.8	22.3	—	31.7
19	Koppar, tunn polerad platta .	—	—	44	35	25	—	34.7
20	Messing, polerad plåt	—	—	45	44	41	—	43
21	Realgar från Felsöbanya 010 .	—	55	45	35	41	—	40.3

Seriens n:r.		100 g.	50 g.	20 g.	10 g.	5 g.	2 g.	Medeltal.
	Calcit. från Island, klyvyta.							
22	∥ romboederkant	—	—	50	44.5	50	41	46.4
23	∥ annan romboederkant i spetsig vinkel mot. föreg. . .	—	—	45.3	44.4	102.0	—	63.9
24	∥ längre diagonalen	—	—	34.8	27.8	29.6	—	30.7
25	∥ kortare diagonalen	—	—	61.5	44.5	139.0	—	81.7
26	Baryt från Felsöbanya, medeltal av mätningar ∥ längre diagonalen på 010 och på 101.	—	—	58	59	50	—	56
27	Aragonit från Horsovitz, medeltal	—	—	70	69	78	—	72
	Apatit från Renfrew, prismayta.							
28	⊥ vertikalaxeln	148	114	89	100	—	—	113
29	∥ med d:o	226	154	119	124	—	—	155
30	Fluorit från Rauris i Salzburg, kristallyta 001. ∥ kanten .	—	114	200	400	—	—	238
31	90° från föreg.	—	125	139	278	—	—	181
32	45° från föreg.	—	139	139	124	—	—	134
33	22½° från föreg.	—	154	139	124	—	—	139
	Fluorit från Gams vid Hieflau kristallyta 001.							
34	∥ hexaederkant	—	139	139	153	—	—	144
35	⊥ mot en annan hexaederkant	—	125	165	204	—	—	164
36	45° mot föregående	—	114	139	124	—	—	126
37	Ortoklas från Elbogen i Böhmen	208	224	—	—	—	—	216
38	Platina från Ural, naturlig. .	226	196	200	276	—	—	225
	Pyrit från Tavistock. Devonshire 001 naturlig, strimmig yta.							
39	∥ hexaederkant ⊥ mot strimmorna	276	255	247	—	—	—	259
40	∥ hexaederkant ∥ med strimmorna	111	125	111	100	—	—	112
41	Mjölkopal från Czerwenitza, medeltal	226	196	246	276	—	—	238
42	Kvarts, bergkristall, fr. Chemnitz	695	—	—	—	—	—	695
43	Topas	1240	—	—	—	—	—	1240

Substans.	H enl. MOHS skala	Beräknade ur PÖSCHLS mätn. $H = P/d^2$	AUERBACH $H = \frac{3}{2}\frac{4}{\pi}\frac{P}{D^2}\sqrt[3]{\varrho}$	BORGSTRÖM H = P/arean.
Talk	1	8	5	
Aluminium	2	17	52	—
Stensalt	2	20	20	24—33
Gips	1.6—2.0	21	14	13—20
Blyglans	2.5	32	—	—
Antimonit	2	32	—	—
Koppar	2.5—3.0	34	95	105
Mässing	3—4	43	107	156
Realgar	2	44	—	—
Kalkspat	3	56	96	48—65
Baryt	3.3	56	—	—
Apatit	5	134	237	200—325
Fluorit	4	160	110	128—235
Fältspat	6	216	253	450—550
Platina	4.3	224	—	—
Pyrit	6.3	259	—	—
Opal	4—6	271	113	—
Kvarts	7	625	308	560—1080
Topas	8	1240	525	625?
Korund	9	—	1150	—
Diamant	10	—	(2500)	—

och provytan. Slutligen blir sålunda den bärande arealen stor nog att motstå trycket, utan att spetsarna märkbart intränga i provytan. Då kallar man slippulvret uttjänat (todgeschliffen) och provytan begynner antaga polityr. Under den första perioden av slipningen, då materialförlusten är störst, motsvarar slipmaterialets inverkan ritsande spetsars arbete. Vid enligt given föreskrift utförda olika försök blir den väglängd, som provytan rör sig över slipmaterialet ungefär lika stor per tidsenhet, varför också volymförlusten kan anses proportionell till kvadraten på slipritsens medelbredd. Då trycket vid försöken hålles möjligast lika stort blir volymförlusten i själva verket omvänt proportionell till inträngningshårdheten. På detta förhållande beror det att sliphårdheten enligt ROSIWAL och andra i viss grad är proportionell med de värden, som fastslagits för inträngningshårdheten. Om slipningen emellertid fortsättes så länge, att pulvrets effektivitet väsentligt avtager, såsom ROSIWAL

i sitt ursprungliga förslag till hårdhetsbestämning föreskriver, blir följden att variationerna mellan de olika materialens hårdhet, särskilt då fråga är om hårda eller medelhårda substanser, komma att framstå som större än de visa sig vara vid mätning av samma materials inträngningshårdhet.[1]

De olika anförda bestämningarna av inträngningshårdheten för samma material äro ingalunda till den grad överensstämmande med varandra som önskligt vore. Emellertid kan man anse sig fullt berättigad att fastslå att den MOHSka hårdhetsskalan ungefär motsvarar följande värden för inträngningshårdheten i kg per mm^2.

H =	1	omkring	10	kg. per mm^2
» =	2	»	20	» » »
» =	3	»	100	» » »
» =	4	»	150	» » »
» =	5	»	200	» » »
» =	6	»	250—300	» » »
» =	7	»	300—500	» » »
» =	8	»	500—750?	» » »
» =	9	»	1000?	» » »
» =	10			

I det föregående har visats att mineralens hårdhet kan uttryckas i absolut mått. Sedan detta är möjligt, äro utsikterna att finna numeriskt samband mellan denna egenskap och andra egenskaper hos mineralen större än förr.

Till först må frågan om på vilket sätt hårdheten beror av substansens specifika vikt och kemiska sammansättning upptagas till diskussion, ty det är sedan gammalt känt, att dessa egenskaper stå i relation till varandra. KENNGOTT har sålunda redan 1852[2] påpekat att hårdhet, specifik vikt och molekularvikt korrespondera. Han anför t. ex., att man utgående från specifika vikten och molekularvikten hos de båda isomorfa mineralen korund och hematit kan härleda en åskådlig förklaring till att det förra mineralet är hårdare. Kvoten, specifika vikten dividerad med molekularvikten är större för korund, antalet molekyler per volymenhet är hos detta mineral större. Molekylerna ligga därför hos korund närmare varandra, vilket enligt KENNGOTT för med sig, att de mellan dem ver-

---

[1] Jämför BORGSTRÖM. Mineralens sliphårdhet. Geol. Fören. Förh. **41**. 448. Stockholm 1919.

[2] G. A. KENNGOTT. Verhältniss zwischen dem Atomgewichte, der Härte und dem specifischen Gewichte isomorpher Minerale. Jarb. d. K. K. Geol. Reichtanstalt. Wien 1852.

kande krafterna bliva starkare och mineralet alltså hårdare. Kvoten, specifika vikten dividerad med molekularvikten, kallade KENNGOTT den relativa specifika vikten och han fann vid undersökning av talrika par av isomorfa mineral, att det hårdare alltid hade den större »relativa specifika vikten».

Då SCHROEDER VAN DER KOLK[1] år 1902 på liknande sätt försökte jämföra alla mineral med varandra märkte han, att KENNGOTTS regel var gällande vid jämförelse av isomorfa mineral med varandra, men icke kunde tillämpas på andra mineralpar. Han fann däremot, att ett för alla kemiska föreningar användbart jämförelsetal erhölls, om man multiplicerade kvoten, $\frac{\text{specifika vikten}}{\text{molekularvikten}}$ med antalat atomer i molekylen. Det nya uttrycket

$$\frac{\text{specifika vikten} \times \text{antalet atomer i molekylen}}{\text{molekularvikten}}$$

kallade han mineralets »kompakthet». I en sammanställning, som omfattar alla kända mineral, visade SCHROEDER VAN DER KOLK, att i allmänhet mineral, som äga större »kompakthet», också visa större hårdhet.

SCHROEDER VAN DER KOLKS »kompakthet» kunna vi emellertid uttrycka genom en förenklad formel och kan skriva den:

$$\frac{\text{specifika vikten}}{\text{medelatomvikten}}$$

Då nu specifika vikten anger antalet gram per 1 kubikcentimeter, finna vi, att det tal, som SCHROEDER VAN DER KOLK kallat kompakthet, icke är något annat än antalet atomer per kubikcentimeter.[2] Stödda på »SCHROEDER VAN DER KOLK» kunna vi sålunda fastslå, att substanser med större antal atomer per rymdenhet i allmänhet hava större hårdhet. Genom de senaste årens stora upptäckter på kristallstrukturens område har det blivit uppenbarat, att atomerna hava en i viss mening självständig tillvaro i de kristalliserade substanserna, medan molekylerna icke hava det. I betraktande härav före-

---

[1] J. L. C. SCHROEDER VAN DER KOLK. Over hardheid in verband met splijtbaarheid, voornamelik bij Mineralen. Verk. d. K. Akad. van Wetenschappen te Amsterdam. VIII N:o 2. 1902.

[2] BOTTONE, lc., hade redan 1873 jämfört kvoten sp.v./atomvikten med av honom vunna hårdhetstal för elementen och funnit en anmärkningsvärd proportionalitet.

BENEDICKS, som diskuterar BOTTONES resultat, kallar därvid nämnda kvot atomkoncentration. Z. anorg. Chem. 47. 455. 1905.

faller det också naturligt, att mineralens hårdhet är beroende av atomernas täthet och icke av molekylernas.

Av det nyss anförda framgår att hårdheten i viss mån är en colligativ egenskap. En annan utpräglat colligativ egenskap är gastrycket betraktat i förhållande till antalet molekyler. Trycket beror på den kraft, med vilken en gasmassa strävar att undantränga de väggar, som hålla densamma fången. Låta vi volymen och temperaturen vara oföränderliga, kunna vi åstadkomma ökat tryck i en gasreservoir genom att tillföra mera gas. Trycket är under dessa förhållanden proportionellt till antalet molekyler per volymenhet. Om gasen är enatomig få vi trycket proportionellt med antalet atomer per kubikcentimeter.

Gastrycket kan anges i kg. per ytenhet. I samma mått kan även hårdheten uttryckas, som i föreliggande uppsats blivit klargjort. Såväl hårdheten som gastrycket stiga med antalet atomer per rymdenhet. Olikheten mellan de båda egenskaperna är ju dock väsentlig. Det är tillräckligt att erinra om, att gasen saknar egna gränser och med sitt karaktäristiska tryck strävar att utvidga sig, medan det fasta ämnets hårdhet, d. v. s. motstånd mot omgivande kroppar kommer till synes först då den främmande kroppen försöker tränga in i det område, som intages av den fasta substansen.

Det är av intresse att undersöka, om den parallellism mellan gastryck och hårdhet, som ovan påvisats, är av enbart kvalitativ natur eller om mellan dessa egenskaper förefinnes även ett kvantitativt samband. Enligt den moderna uppfattningen består t. ex. fast natriumklorid, stensalt, av natriumatomer och kloratomer. Man kan nu uppställa frågan: vilket tryck skulle behövas för att sammanpreesa en gasblandning med motsvarande sammansättning från dess volym som gas till den volym, som den fasta kroppen intager. Om denna beräkning skulle utföras för tillräckligt hög temperatur skulle både klor och natrium vid den antagna temperaturen existera i gasfrom. Vid rumstemperatur och normalt barometerstånd är väl klor gasformig men ej natrium. För att förenkla beräkningen vilja vi emellertid antaga att båda ämnena även vid den lägre temperaturen äro gaser, en fiktion, som ingalunda är främmande vid behandlingen av frågor av likartat slag. Då det fasta ämnet uppbygges av atomer och ej av molekyler, vilja vi, för att underlätta jämförelsen, tänka oss även gasblandningen som enatomig.

Under 1 atmosfers tryck intager 1 gram väte en volym av 11100 ccm. Då vätet har molekularvikten 2 kommer 1 gram av en enatomig gas med atomvikten α att intaga volymen $\frac{11100 \times 2}{\alpha}$ ccm

samt en dylik gasblandning med medelatomvikten α^1 att äga volymen $\frac{22200}{\alpha^1}$ ccm vid en atmosfers tryck.

Volymen av 1 gram av en fast kropp kallas dess specifika volym och är $\frac{1}{\text{specifika vikten}}$.

Kvoten av dessa båda volymer kan anses motsvara det tryck, som kan tänkas erforderligt för att komprimera en gasblandning med mineralets sammansättning från dess volym i (tänkt) gastillstånd till dess volym i fast tillstånd. Denna kvot kan skrivas:

$$\frac{22200 \times \text{specifika vikten}}{\text{medelatomvikten}} \text{ kg}/cm^2.$$

Denna teoretiska kalkyl av det till komprimering behövliga tryckets storlek för till en formel, som så när som på den konstanta faktorn 22200 överensstämmer med SCHROEDER VAN DER KOLKS empiriskt funna uttryck för »kompaktheten», vilken storhet, såsom nämnda forskare genom en utförlig tablå över de flesta mineralarter visat, i allmänhet har högre värden för de hårdare mineralen. Härledningen av formeln kan betraktas som ett slags teoretisk förklaring till det av SCHROEDER VAN DER KOLK påpekade sakförhållandet.

Då man sålunda beräknar kompressionstrycket för mineralen får man t. ex. för NaCl 15 kg. per mm^2, vilket tal så nära överensstämmer med den funna hårdheten H = 2 = c:a 20 kg. per mm^2 att man kunde vara böjd för att antaga det mineralets hårdhet verkligen skulle bestämmas av den (latenta) kinetiska energien hos dess atomer. Emellertid ger räkningen för andra mineral icke samma grad av överensstämmelse. Så får man för kvarts 20 kg. per mm^2 mot en hårdhetsgrad av 7 (300—500 kg.) och för korund 35 kg. mot h = 9 (1000 kg.?). Diamant ger 65 kg. mot H = 10 och grafit 40 kg. mot H = 1 à 2 (10—20 kg.) De kalkylerade talen äro i allmänhet betydligt lägre än hårdheten i kg. Avvikelserna kunna möjligen delvis förklaras, genom att det varit riktigare att använda VAN DER VAALS[1] formel och icke den enklare gasformeln, och att storheterna a och b i denna formel utöva ett modifierande inflytande. Mera sannolikt är dock, att andra omständigheter, som betingas av de fasta kropparnas kristallstrukturer, hava avgörande

[1] TRAUBE. Zeitsch. anorg. Chmie **34**. 413. 1903.
BENEDICKS. Zeitsch. phys. Ch. **36**. 521. 1901. Z. anorg. Ch. **47**. 455. 1905. Annal. d. Physik **42**. 153. 1913.

betydelse för mineralens hårdhet. För detta senare antagande talar främst att hårdheten hos kristaller kan variera med riktningen. Anmärkningensvärt är dock, att storleksordningen på hårdheten i kg. är så pass överensstämmande med den enligt gasformeln beräknade kompressionens, som ovan synes.

Om de stratigrafiska och tektoniska förhållandena inom Filipstads bergslag.

Preliminärt meddelande.

Av

Nils H. Magnusson.

Under somrarna 1920 och 1921 har författaren varit sysselsatt med rekognosceringsarbeten för de geologiska bladen »Filipstad» och »Lesjöfors» och i samband därmed med en revision av äldre berggrundskartor i och för en ny karta över berggrunden inom de centrala delarna av Filipstads bergslag. Denna karta kommer att omfatta det stora leptit-gnejsgranitområde inom vilket bland andra Persbergs och Nordmarkens gruvfält ligga, Saxåfältet samt Gåsborns leptitområde. Då det ännu torde dröja innan kartan med åtföljande beskrivning kan tryckas, har författaren velat genom att publicera en del iakttagelser bidraga till lösningen av de nu aktuella problemen angående stratigrafi och tektonik inom urbergets suprakustala bergartsserier.[1]

De stratigrafiska och tektoniska förhållandena inom Filipstads bergslag ha förut behandlats av A. E. Törnebohm i en monografi över Persbergs gruvfält (1875), i beskrivningen till en karta över berggrunden inom Filipstads bergslag (1877), i beskrivningen till en geologisk översiktskarta över Värmlands län (1881) och i beskrivningen till blad 4 av hans geologiska översiktskarta över Mel-

[1] Den kartskiss, fig. 1, som nu publiceras, är i flera hänseenden ofullständig i det att endast huvuddragen av geologien medtagits. Författaren har t. ex. icke velat på skissen medtaga de preliminärt dragna gränserna mellan olika typer av leptiter och hälleflintor, och av de äldre grönstenarna, då dessa gränser för att vara säkert grundade fordra ytterligare fältarbeten och mikroskopiska undersökningar. Likaså äro de äldre grönstensgångarna samt flera mindre diabasgångar utelämnade.

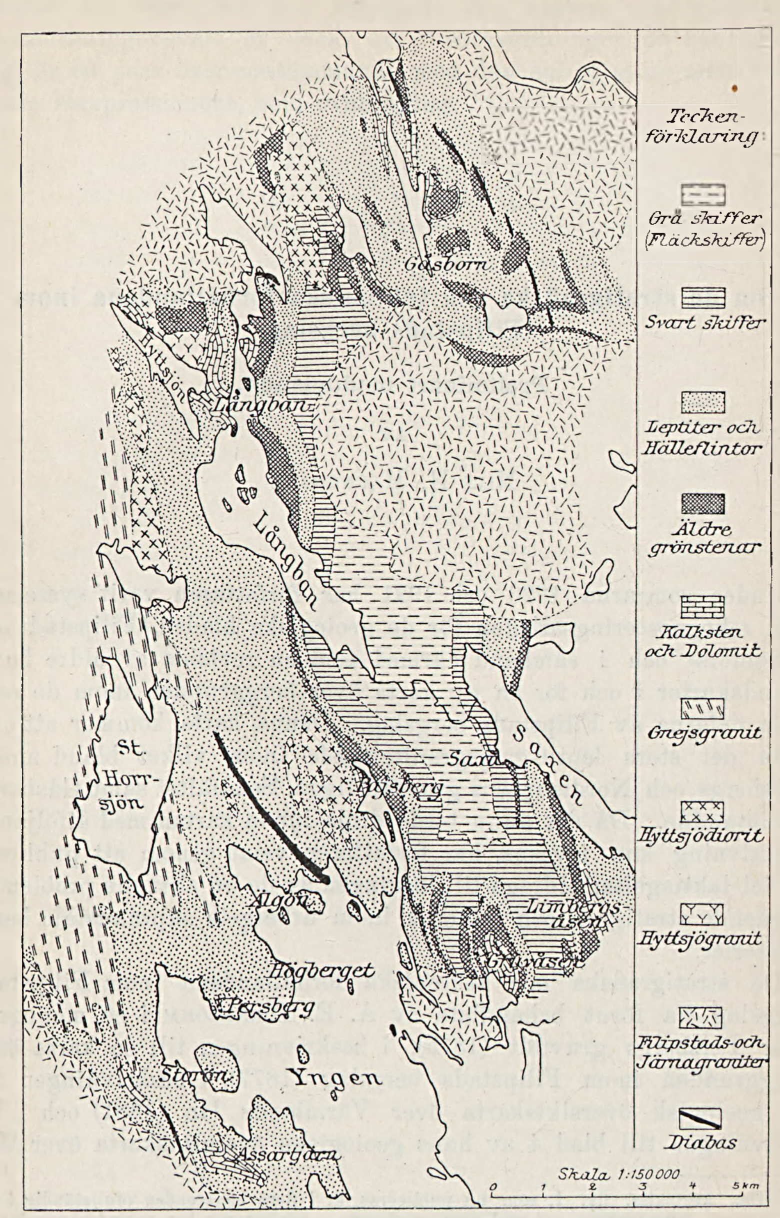


Fig. 1. Karta över östra delen av Filipstads bergslag.

lersta Sveriges bergslag (1881). Genom dessa undersökningar har T. lagt den fasta grunden för alla följande undersökningar inom nämnda bergslag. Senare har A. G. Högbom i korthet berört förhållandena inom Saxåfältet i »Precambrian Geology of Sweden» (1909) och Hj. Sjögren förhållandena omkring Långbans och Persbergs gruvor i N:o 33 och 34 av elfte internationella geologkongressens guider, »The Långban mining field» och »The Persberg mining field».

Berggrunden inom de centrala delarna av Filipstads bergslag består till stor del av en serie suprakrustala bergarter: skiffrar, hälleflintor och leptiter, kalkstenar och dolomiter samt grönstenar, vilka till sin huvudmassa torde vara effusiva. Det av dessa bergarter uppbyggda området begränsas åt alla håll utom i O helt av medelkorniga till grova graniter av T. benämnda Filipstadsgraniter och till en mindre del Järnagraniter.

I O sammanhänger området över tre bryggor med det av N. Sundius undersökta Grythyttefältet. De tre bryggorna skiljas åt av två granitmassiv, det ena O om sjön Långban, det andra vid östra stranden av sjön Saxen. Inom de suprakrustala bergarternas område träffas dels ett stort sammanhängande område av gnejsgranit, av Törnebohm benämnd Horrsjögranit, efter St. Horrsjön NV om Persbergs gruvfält, dels ett flertal förekomster av en grå, småkornig granit, överallt uppträdande samman med diorit. Denna grå granit och den åtföljande dioriten kunna lämpligen efter den bekanta förekomsten N om Hyttsjön vid Långbans gruvfält kallas Hyttsjögranit och Hyttsjödiorit. Dessa bergarter äro att betrakta som lakkolitiska injektioner från Filipstadsgranitmagman och något äldre än dennas huvudmassa. På flera ställen, så t. ex. N om Långban, V om Gåsborn och V om Pajsberg, äro lakkolittaken blottade och berggrunden utgör då en eruptivbreccia med en rikedom av till läget föga rubbade brottstycken av suprakrustalt ursprung i granit och diorit. Där taket, såsom t. ex. ställvis N om Långban, är mera sammanhängande bevarat, genomsättes det av en riklig mängd pegmatitgångar.

Utom nu nämnda bergarter träffas inom området ett flertal diabasgångar samt en del äldre grönstensgångar.

I sin beskrivning till kartan över berggrunden inom Filipstads bergslag uppställer Törnebohm följande stratigrafiska schema:

Fläckskiffer.
Svart skiffer.
Mörk eurit.
Diorit.

Kalk och dolomit.
Ljus eurit med kalk och dolomit.
Gnejsgranit.

I detta schema ändrar T. i de senare utgivna beskrivningarna egentligen endast nomenklaturen i det att den övre, mörka euriten kallas hälleflinta och den undre, ljusa euriten granulit. I det följande skall beteckningen hälleflinta bibehållas för T:s övre eurit, men granulitnamnet utbytas mot leptit i enlighet med den nu gängse nomenklaturen.

De tre översta lagren sammanför T. till den övre euritetagen. De underliggande grönstenarna, kalkerna och dolomiterna samt leptiterna med deras kalker och dolomiter sammanför han till den undre euritetagen. Gnejsgraniten, den s. k. Horrsjögraniten, anser han vara gnejsformationens slutled och utgöra det underlag varpå euritetagerna avsatts Angående gnejsgraniten säger T. att »stundom ser det ut som om gnejsgraniten inträngt uti och avskurit euritens skikter. Sådana förhållanden om de betraktas ensamt för sig skulle visserligen kunna tydas som bevis för att graniten vore en yngre intrusiv bergart», en uppfattning som T. också uttalade i Persbergsmonografien, »men de torde», tillägger han, »kanhända riktigare kunna uppfattas som en följd av de starka dislokationer berggrunden i denna trakt undergått».

Enligt Törnebohms uppfattning hade vi alltså en mäktig, i huvudsak sedimentär bergartsserie med fläckskiffern som översta led och gnejsgraniten som understa. Vad gnejsgraniten beträffar visar den urgraniternas vanliga kontaktförhållanden till leptiterna och författaren anser tillräckliga skäl föreligga för en anslutning till Törnebohms tidigare uppfattning av gnejsgraniten som en i leptitformationen intrusiv bergart.

Den övriga delen av Törnebohms schema har visat sig genomförbar t. o. m. i högre grad än T. själv ansåg möjligt, fast nomenklaturen för och den genetiska uppfattningen av de olika bergarterna i mångt och mycket ändrats. Bättre än att tala om en övre och en undre euritetag är dock att genomföra en tredelning av de superkrustala leden i skifferkomplexen, hälleflint-grönstenskomplexen och leptitkomplexen.[1] Dessa tre komplex äro dock icke skilda genom några påvisbara diskordanser, ett förhållande som överensstämmer med vad N. Sundius visat gälla för Grythyttefältet,[2]

[1] Inom vad som här sammanfattas såsom leptitkomplexen träffas ofta på gränsen till hälleflintor stående varianter och inom hälleflintkomplexen träffas fram mot granitkontakterna leptitiska varianter.

[2] G. F. F. 1916.

men man kan säga, att för varje ny komplex nya geologiska moment bli de dominerande.

Överst i skifferkomplexen ligger en grå skiffer, vilken inom större delen av sitt utbredningsområde har en egenartad utbildning i det att den för oregelbundet orienterade, cirka 2 *mm* breda och 7 *mm* långa fläckar av mineralet cordierit. Bergarten fick på denna grund av Igelström namnet fläckskiffer. Ofta iakttar man i denna en diffus skiktning med på fläckar rika skikt växlande med sådana fattiga därpå. Under denna bergart ligger en svart, oftast mycket regelbundet bandad, kisrik och därför på vittrad yta rostig skiffer.

Under skiffrarna ligger en komplicerad serie av hälleflintor och grönstenar. I det stora hela ligga hälleflintorna överst och grönstenarna underst och bilda var för sig ett kontinuerligt lager, men grönstenarna förekomma även som mer eller mindre snabbt utkilande led bland hälleflintorna och vid gränsen mellan dem och skiffrarna samt i de svarta skiffrarnas undre delar.

Hälleflint-grönstenskomplexen har en rätt ringa mäktighet och inom densamma göra sig starka faciesväxlingar gällande. Hälleflintorna äro än nästan täta, än grova, gråvackeartade, på några ställen till och med konglomeratartade. Utefter övre gränsen kan på flera ställen iakttas en växellagring mellan hälleflintor och skiffrar. De grova, konglomeratartade partierna räknades av Törnebohm som yngre, möjligen kambriska. Något skäl för detta synes dock ej finnas utan dessa bergarter torde få räknas som led i hälleflintkomplexen och äldre än skifferns huvudmassa.

Grönstenarna äro än massformiga, än slagg- och breccieartade med kalkspat som mandlar resp. bindemedel. Det under hälleflintorna liggande stora sammanhängande grönstensstråket har väsentligen massformig struktur under det att de högre upp liggande grönstenarna äro övervägande slagg- och breccieartade.

Underst i komplexen ligga ett antal dolomit- och kalkstensförekomster såsom dolomiten mellan Hyttsjön och Långban, dolomiten vid Pajsberg och dolomiten vid Gruvåsen samt Limbergsåsens kalk. »Anmärkningsvärd är», som Törnebohm säger, »dolomitens ojämna fördelning på denna horisont i det att den från mäktiga massor plötsligt avtager och försvinner för att på större eller mindre avstånd lika plötsligt åter uppträda.»

Enligt Törnebohms ovan nämnda kartor skulle skiffern ej gå längre mot N än till det stora massivet av Filipstadsgranit O om sjön Långban. Under den gångna sommaren (1921) visade det sig att den svarta skiffern fortsätter även N om nämnda granitmassiv upp till byn Åsarna i Gåsborns socken, N om landsvägen mellan

Långbans gruvor och Gåsborns kyrkby dock endast som rikliga brottstycken i ett massiv av Hyttsjögranit och Hyttsjödiorit. Även fläckskiffern fortsätter N om granitmassivet, dock endast som en smal strimma, helt omgiven av svart skiffer. Å ömse sidor om den svarta skiffern återkommer hälleflintor och grönstenar enligt samma schema som inom södra delen av Saxåfältet. Det visar sig sålunda, att regelbundenheten i fältets stratigrafi är mycket stor.

Vad Saxåfältets tektonik beträffar, säger TÖRNEBOHM (1877), att södra delen, d. v. s. området mellan sjöarna Yngen och Saxen, bilda en mot N öppen skål. Genom de nu gjorda undersökningarna kan denna bild kompletteras och det visar sig då, att större delen av fältet bildar ett nästan jämnbrett tråg med relativt branta lagerställningar utefter trågets sidor men betydligt flackare vid ändarna. I söder delar detta tråg upp sig i två mot S smalnande rännor å ömse sidor om en uppskjutande kupol, vars centrala parti utgöres av Gruvåsens dolomit. Runt denna dolomit träffar man (utom i S, där kupolen avskäres av granit) grönsten, hälleflinta och svart skiffer i nu nämnd ordning och i överensstämmelse med T:s schema.

Under hälleflint-grönstenskomplexen med dess dolomiter och kalkstenar ligger leptitkomplexen. De tektoniska förhållandena i dennas överyta kan man få en föreställning om på två ställen, dels vid Långbans gruvor, dels inom Gåsborns leptitområde. Inom det senare området ligga ett flertal grönstensförekomster av rundad eller mera långsträckt form. Dessa skiljas ofta från underliggande leptit av tunna kalkstenslager eller också av granatförande grönskarn med magnetit och fast mera sällan järnglans. I kalkstenslagren ligga ett flertal små järnmalmsförekomster med granatförande grönskarn. Erfarenheten från gruvorna visar, att grönstenarna och kalkerna ligga som relativt tunna kakor i en så att säga gropig leptityta. Inom södra delen av Gåsborns leptitområde äro förhållandena delvis andra i det att lagren hårt hoppressats till en egendomlig dubbelränna med grönstenen delvis flankerad av kalk, skarn och malm.

Vid Långbans gruvor visar en jämförelse mellan dagbladet och gruvkartans olika nivåer, att den dolomit, vari malmen ligger, i sin tur ligger i en oregelbundet hopstukad »skål» i leptiten, från vilken senare ofta rätt smala ryggar gå upp i dolomiten. Ett djupare snitt skulle därför ge flera smärre, av leptit skilda, dolomitförekomster.

Av ovanstående framgår att leptitkomplexens överyta vid Långban och Gåsborn, alltså på ömse sidor om Saxåfältet, ligger flackt med än breda och grunda gropar, än smala och djupa rännor, i vilka dolomiter, kalkstenar och grönstenar ligga bevarade som rester av en tidigare sammanhängande komplex. Saxåfältets huvudmassa

ligger nedsänkt i en relativt djup, i det stora hela mot V stupande, trågformad synklinal mellan de nämnda platåartade områdena och har bevarats tack vare denna nedsänkning. Sannolikt är att även nedsänkningar efter förkastningslinjer spelat en om än underordnad roll. Därför talar redan det förhållandet att synklinalens gränser till största delen falla inom topografiskt markerade sänkor.

Inom leptitområdena mellan sjöarna Långban och Yngen och kring denna senare sjö kunna ett flertal olika leptittyper urskiljas. I sin uppsats »Chemical and petrographical studies on the ore-bearing rocks of central Sweden»,[1] del I., Filipstads bergslag, ha HJ. SJÖGREN, H. E. JOHANSSON och NAIMA SAHLBOM visat upp att leptiterna i dessa områden äro mycket fattiga på CaO och alltså alkalina och att dessa alkalina typer än äro rika på K_2O, än på Na_2O samt att intermediära typer äro sällsynta. Författaren har nu försökt att i fält genomföra en uppdelning i kalileptiter och natronleptiter och det har visat sig att kalileptiterna underlagra Långbans och Pajsbergs dolomiter och sträcka sig som en kontinuerlig komplex mellan dessa båda ställen.

V och SV om kalileptiterna ligga natronleptiterna med i allmänhet skarp gräns mot de förra. Man kan sålunda säga att inom detta område kalileptiterna intaga en stratigrafiskt högre nivå än natronleptiterna. Under det att kalileptiterna inom det nämnda området synas vara rätt likartat utbildade uppvisa natronleptiterna ett flertal olika typer, från grova, gråvackeliknande, till hälleflintartade och från massformiga till bandade med kalkband eller skarnband. Dessutom uppvisar natronleptitkomplexen flera mer eller mindre snabbt utkilande mäktigare kalk- och dolomitförekomster.

Att i denna växlande serie uppgöra en stratigrafi, som gäller för natronleptitens område i dess helhet, torde vara ogörligt, dels därför att kalk- och skarnförekomsterna, vilka skulle kunna tjänstgöra som ledlager, oftast snabbt utkila, dels på grund av bristen på blottningar. För bättre blottade mindre delar av området är det däremot i viss grad möjligt. TÖRNEBOHM uppställde för Persbergshalvön ett stratigrafiskt schema av följande utseende:

Dolomit.
Storgruvelagret, granatpyroxenskarn.
Eurit.
Krangruvelagret, granatpyroxenskarn.
Eurit med ett mindre skarnlager.
Carl Sigfridslagret, ampfibolskarn
Eurit.

[1] G. F. F. 1914.

Vidare tänkte sig Törnebohm, att den alltid malmtomma grova leptiten på Storön och Elgön överlagrar hela denna serie.

En ingående undersökning visar, att de olika skarntyperna äro till struktur och mineralogisk sammansättning i hög grad beroende av de bergarter varmed de äro associerade, och, då endast uppfattningen av dem såsom metasomatiska bildningar (uttrycket här taget i vidsträckt bemärkelse) kan ge full rättvisa åt de fakta, som här och i andra typiska skarnmalmsförekomster framkommit, är detta beroende fullt förklarligt. Vissa typer åtfölja så de större kalk- och dolomitförekomsterna, andra de skarnbandade leptiterna och åter andra synas vara bundna till på kalkstenar och dolomiter fattiga leptiter.

Törnebohm hade som bekant den uppfattningen att skarn- och järnmalmsförekomsterna i dessa trakter voro sedimentära bildningar och sålunda samtidiga med omgivande bergarter. I Persbergsbeskrivningen säger han dock på ett ställe, att malmerna möjligen icke från början förekommit så samlade utan att de varit mera utblandade med skarn och sedermera koncentrerats. Uppfattningen att malmerna äro metasomatiska bildningar ändrar Törnebohms schema så, att här ursprungligen förelegat en komplex med tre skilda led, nämligen överst en grov leptit, under denna en på kalk och dolomit rik leptitkomplex och därunder en på kalk och dolomit fattig leptitkomplex.

Natronleptitkomplexen med dess kalker och dolomiter samt skarn- och järnmalmsförekomster är starkt hopveckad. Om veckningens natur och styrka kan man få en föreställning genom att studera de större gruvorna, främst Odalfältets och Högbergsfältets samt några bättre blottade områden såsom t. ex. det kring Assartjärn vid sjön Yngens västra strand.

Vid Assartjärn träffas en större i NV-SO sträckt kalkförekomst. Denna begränsas av en kalk- resp. skarnbandad leptit, hopveckad till en antiklinal å ömse sidor om den synklinal, vari kalken ligger. Både mot N och mot S löser kalken upp sig i taggar med mellanliggande leptitspetsar. Detta visar att synklinalens botten är försedd med ryggar så att ett djupare snitt givit två eller flera smalare, av kalk fyllda, synklinaler skilda åt av leptit.

Vid Persbergs Odalfält träffas rätt mycket kalk och dolomit skilda från den omgivande leptiten genom skarn och malm av olika slag. Kalk, dolomit, skarn och malm kunna här betraktas som en enhet i förhållande till leptiten. Under det att kalk-dolomitförekomsten i dagen är jämförelsevis bred, förändras förhållandena mot djupet så, att leptiten får allt större utbredning och kalk, dolomit, skarn och malm samlas i relativt smala, vindlande rännor. Det kan

icke vara något tvivel om att denna tektonik uppkommit därigenom att ett större kalk-dolomitparti blivit nedveckat i leptiten genom ett så starkt sidotryck att det så att säga »instoppats» däri.

Högbergets skarn-järnmalmsförekomst ter sig i dagen som ett jämnbrett, starkt vindlande band. Som sådant har det med samma bredd och stupande brant mot SSO kunnat följas till c:a 100 *m* nivå. Om sammanskjutningens styrka kan man bilda sig en föreställning, då man finner, att avståndet mellan de två yttersta gruvorna, som nu är 360 *m*, om bandet vecklades ut, skulle bli åtminstone 1 200 *m*.

De ovan uppvisade förhållandena vid Odalfältet och Högbergsfältet samt vid Assartjärn ge prov på den intensiva veckning, som lagren inom natronleptitkomplexen varit utsatta för. Men denna synes i det stora hela endast vara en, om än kraftig, skrynkling, under det att komplexen i dess helhet ligger flackt. TÖRNEBOHM visade också i sin Persbergsmonografi hur de till synes ytterst invecklade förhållandena på Persbergshalvön få sin förklaring genom ett sådant antagande. Hans uppfattning framgår med tydlighet av profilen i nämnda monografi.[1]

Jämför man de tektoniska förhållandena inom den suprakrustala seriens olika nivåer finner man, hur veckningens intensitet avtar uppåt, så att den mest intensiva veckningen anträffas inom de understa, närmast gnejsgraniten liggande, delarna och att de veckade lagren där ligga i det stora hela konformt med gnejsgranitens gräns mot leptitkomplexen. I dessa undre delar tar veckningen sig uttryck i en intensiv »skrynkling» i stort som i smått. Ju högre upp i serien man kommer ju mindre gör sig skrynklingen i smått gällande och veckningen tar sig där uttryck i allt mera regelbundna tråg och kupoler.

[1] S. G. U. Ser. C. N:o 14 p. 9. fig. 1.

Litteraturförteckning.

1. A. E. TÖRNEBOHM: Geognostisk beskrifning öfver Persbergets grufvefält (med karta). S. G. U. Ser. C. N:r 14. 1875.
2. — — Öfverblick öfver bergbyggnaden inom Filipstads bergslag eller Färnebo härad (med karta i två blad). 1877.
3. — — Beskrifning till Geologisk öfversiktskarta öfver Vermlands län. 1881.
4. — — Beskrifning till blad N:r 4 af Geologisk öfversiktskarta öfver mellersta Sveriges bergslag. 1881.
5. A. G. HÖGBOM: Prekambrian geology of Sweden. Bull. of the Geol. Instit. of Upsala, Vol. X. 1909.
6. HJ. SJÖGREN: The Långban mining field. Geol. För. Förh. 1910.
7. HJ. SJÖGREN: The Persberg mining field. Geol. För. Förh. 1910.
8. A. SUNDIUS: Grythyttefältets geologi. Geol. För. Förh. 1916.
9. HJ. SJÖGREN, H. E. JOHANSSON och NAIMA SAHLBOHM: Chemical and petrographical studies on the ore-bearing rocks of Central Sweden. Geol. För. Förh. 1914.

MINNET

AV

ROBERT MAUZELIUS.

ANALYTIKERN OCH VETENSKAPSMANNEN

DEN VÄRDERADE OCH SAKNADE

KAMRATEN TILLÄGNAS

DETTA ARBETE.

Några frågor rörande våra arkäiska intrusivformationer i mellersta och södra Sverige.

Av

N. Sundius.

Vid sammanställandet av materialet från Åtvidabergstrakten frapperades jag av den olikhet i kemiskt avseende och i differentiation, som föreligger mellan områdets äldre gnejsgraniter och de yngre graniterna, den i samtliga facies av de senare beträffande förhållandet Or : plagioklas intermediära sammansättningen samt den genomsnittligt plagioklasrika kompositionen och den starka uppdelningen i Or-rika och plagioklasrika led i de förra. Likaså förelåg mellan de båda granitgrupperna en påfallande skiljaktighet i de mörka mineralens konsistens, i det i gnejsgraniterna nästan konsekvent hornblände saknades, medan detta mineral kan sägas vara ett för de yngre graniterna karaktäristiskt mineral. Dessa förhållanden hade jag delvis redan tidigare mött inom Leksandstrakten vid en översiktlig rekognoscering av detta område (sommaren 1917). De äldre graniterna representeras här dels av en grå, extremt plagioklasrik, dock något hornbländeförande gnejsgranit NO om samhället, dels av en mer salisk, mikroklinrik, röd sådan S därom.[1] Såsom tydligt yngre, av metamorfos föga eller knappast alls berörda, stopingartade massor uppträda W och S härom Filipstad- och Järnagraniter, som väl ha att uppvisa åtskilliga varationer i halt av mörka mineral och kvarts, men som ej äro på samma sätt som i nämnda urgraniter uppdelade i med avseende på fältspaten kontrasterande typer. Till Järnagraniten såsom en något

---

[1] Huruvida, såsom angivet å Törnebohms bergslagskarta, bl. 1, även den röda, delvis starkt kataklastiska graniten vid och NO om Tibbleberget även är att räkna till urgraniternas grupp är däremot osäkert.

mer salisk och surare fas av densamma är här även den något längre i väster uppträdande, av Törnebohm utskilda Siljansgraniten att räkna.

Nämnda erfarenheter av de båda granitgrupperna föranledde mig att genomgå det material av analyser, som föreligger, och jag fann därvid, att de antydda särdragen i kemiskt petrografiskt avseende äro gällande även i stort, och att det i differentiationshänseende och i genomsnittlig sammansättning föreligger en väsentlig skiljaktighet mellan våra äldsta och yngre graniter.

Dessa förhållanden kunna väl ej sägas vara tidigare okända. Sålunda har av Eskola i hans Orijärvi-monografi betonats den väsentliga skillnad i mikrolin- och plagioklashalt, som föreligger mellan områdets båda intrusivformationer och antytts den stora utbredning, som plagioklasrika bergarter äga inom urgraniterna.[1] Denna senare sak har ytterligare blivit poängterad genom Lindroths arbete om Ramhäll samt genom Geijers om Falun och de där publicerade analyserna.[2] I viss mån kan man säga, att såväl denna plagioklasrikedom, som den starka spaltningen inom de äldre granitmagmorna redan innehölls i H. E. Johanssons viktiga och beundransvärda arbete av 1907 om den mellansvenska malmförande formationen,[3] såtillvida som i det av honom sammanställda materialet av leptiter och gnejser även ingingo, vad man brukar beteckna som starkare förgnejsade urgraniter.

Som emellertid i dessa arbeten nämnda förhållanden blott ofullständigt berörts och ej tidigare blivit av en systematisk sammanställning belysta, har det synts mig av intresse att på grundval av en dylik och i större utsträckning upptaga dem till diskussion. Till denna diskussion har även i korthet anknutits en dylik angående vissa allmänna spörsmål beträffande våra graniters geologiska uppträdande och åldersrelationer, något som nödvändiggjorts därav, att till indelningsgrund för den kemiska sammanställningen lagts åldersförhållandena. De allmänna geologiska förhållandena vid magmornas framträngande och stelnande kunna vidare förutsättas ha återverkat på de uppkommande bergarternas differentiation och struktur. Beträffande våra graniters åldersrelationer föreligga väl ännu åtskilliga oklarheter, och mycket återstår att göra, innan de få anses tillfyllest klarlagda. Det sedan utkommandet av Törnebohms sista översiktskarta av 1910 — som ännu måste anses officiellt normgivande — betydligt ökade erfarenhetsmaterialet, samt

[1] Bull. Finl. N:o 40, sid. 7.
[2] S. G. U. Ser. C. N:o 266 och 275.
[3] G. F. F. 29, sid. 143.

de ändringar av delvis mycket väsentlig art, som speciellt de senaste årens arbeten medfört beträffande vår uppfattning och förståelse av magmornas framträngande och utveckling, göra emellertid, att ett upptagande av åldersfrågan till förnyad diskussion ej torde få anses såsom omotiverat.

Vid denna framställning har jag emellertid funnit nödvändigt att begränsa ämnet till, vad man brukar kalla östra Sverige, alltså till södra Sverige öster om järngnejsområdet, detta i betraktande av vår ännu ofullständiga kännedom om detta senare och om Norrland. Även ha de, jämfört med de svenska, olika indelningsprinciper, som kommit till användning i Finland, omöjliggjort ett utsträckande av sammanställningen till denna del av Fennoskandia. Blott i få fall ha analyser därifrån (Orijärvi-området) samt från Norrland medtagits.

Över våra svenska graniter föreligger redan Holmqvists stora och betydelsefulla arbete av 1906, omfattande de dittills utkomna analyserna jämte mikroskopisk komplettering och kritisk behandling av desamma.[1] Föreliggande sammanställning kan i viss mån sägas utgöra en utbyggnad av detta arbete, i det dels senare publicerat analysmaterial tillfogats, dels strävan här varit att åskådliggöra det karaktäristiska och samtidigt sinsemellan olika hos de till ålder och geologiskt sammanförbara granitgrupperna, synpunkter som blott i ringa mån upptagits till behandling i Holmqvists monografi.

Törnebohm indelade de arkäiska graniterna i fyra grupper: *Urgraniter* samt graniter av *1:sta*, *2:dra* och *3:dje grupperna*. För de sistnämnda (grupp 3) användes av Holmqvist beteckningen »genombrytande», av Högbom termen »serarkäiska» graniter. Denna sistnämnda term har senare vunnit burskap i litteraturen och den muntliga diskussionen, dock med tillmätande hos olika autorer av olika omfattning.[2]

Törnebohms indelning grundade sig i främsta rummet på iakttagelser rörande graniternas kontaktförhållanden till omgivande gnejs-leptitbergarter samt deras allmänna uppträdande och fördelning

---

[1] Bull. Upsala. Vol. VII, sid. 114.

[2] Sederholm föreslog 1916 (G. F. F. 38, sid. 32) ett utsträckande av termen att gälla förutom ett flertal graniter i södra Finland även Smålandsgraniterna. En likartad vidsträcktare betydelse synes även Eskola ha tillerkänt termen i sitt Orijärviarbete. I den muntliga diskussionen har under de senare åren en allt starkare tendens gjort sig gällande, att under termen innefatta samtliga till grupp 2 och 3 förda graniter (jämför även tidigare uttalande av förf. G. F. F. 38, sid. 287).

i förhållande till desamma. Härtill komma intrusionsfenomen beträffande grupp 2 och 3, där dessa träda i kontakt med den äldsta gruppens bergarter.

Erkännande det beundransvärda och för förståelsen av graniternas intrusionsakt, i stort även för deras åldersförhållanden betydelsefulla grepp, som Törnebohm därmed vunnit, måste dock samtidigt framhållas, att de av honom tillämpade indelningsprinciperna delvis ej kunna anses såsom normgivande för åldersfrågan. Ett strikt tillämpande av desamma skulle t. ex. placera vissa delar av de s. k. Filipstadgraniterna, som i vissa delar av södra Sverige ha ett med omgivande gnejsoida bergarter konformt uppträdande och ett gnejsartat utbildningssätt (ögongnejsbandet å bl. Åtvidaberg, flera förekomster å bladen öster därom) i urgraniternas grupp. Vidare utgöres skillnaden mellan urgraniterna och grupp 1 (huvudsakligen Upplandsgraniter och Arnögranit) liksom mellan 2 och 3 ej av olika egenskaper i anförda avseende, utan av en gradation av desamma. Sålunda skilja sig de båda förstnämnda från varandra huvudsakligen genom de till grupp 1 förda granitmassivens större proportioner, jämfört med de omgivande delarna av leptitformationen. Graniterna i grupp 1 anges vidare visa mer påfallande eruptivkontakter mot den senare. Även torde deras i stor utsträckning föga gnejsoida struktur ha påverkat uppfattningen. Däremot ha massiven samma konforma uppträdande gentemot de äldre suprakrustala bildningarnas lager som urgraniterna och en med de senares likartad, egendomlig sammansättning och differentiationsuppdelning.[1] I samtliga dessa avseende skilja de sig däremot bestämt från graniterna av grupp 2 och 3.

Uppfattningen av Upplandsgraniternas åldersställning har tidigare varierat avsevärt.[2] Efter att tidigast av Törnebohm ha varit sammanförda med urgraniterna, utskildes de senare av honom till en yngre grupp, rörande vilken likväl i beskr. till översiktskartan säges, att den möjligen bör sammanföras med grupp 2 (Filipstad-Växiögraniter).[3] För samma ståndpunkt uttalar sig även Holmqvist i sin granitmonografi. Den skiljaktighet i geognostiskt uppträdande, de uppvisa jämfört med dessa graniter, och de likheter i detta och i kemiskt-petrografiskt avseende med urgraniterna, som ovan anförts, äro emellertid så viktiga, att jag här ej tvekat att i enlighet

[1] Jfr ex. plagioklasgraniterna vid Ramhäll och Vängegraniten med motsvarande plagioklas- och Or-rika graniter i Åtvidabergs-Risten-trakten.

[2] En sammanställning av historiken av denna fråga finnes hos Holmqvist. Anf. arbete, sid. 189—194.

[3] Å stora översiktskartan av 1908 är tidigare denna sammanslagning genomförd.

med TÖRNEBOHMS första uppfattning sammanslå dem med de senare i en grupp, »*urgranit-*» eller »*gnejsgranit*gruppen».

Även de särmärken, som skola åtskilja grupp 2 och 3 från varandra utgöra en gradation av sinsemellan likartade egenskaper. Sålunda uppträda de till den senare hörande, s. k. serarkäiska graniterna mer oberoende i sin utbredning av de superkrustala bergarternas tektonik och geografiska fördelning och förhålla sig i högre grad breccierande gentemot den äldre, genomsatta berggrunden än 2:dra gruppens graniter. I metamorfoshänseende kan däremot ej någon genomgående och väsentlig skiljaktighet sägas gälla. Beträffande flera av de hithörande »serarkäiska» typerna kan f. n. med bestämdhet eller med största sannolikhet sägas, att de äro äldre än eller samhöriga med grupp 2, beträffande andra sväva vi ännu i ovisshet. Vad man beträffande dessa båda grupper f. n. kan säga, är därför blott, att inga tillräckligt vägande skäl anförts, som berättiga till utskiljandet av en som tidsenhet avsedd, yngre serarkäisk grupp, och att största sannolikheten föreligger för, att en dylik ej finnes. Jag har därför här sammanslagit samtliga graniter av de båda sista grupperna till en dylik, under beteckningen »*yngre stopingartade graniter*». Å analysdiagrammet ha emellertid de representanter för den serarkäiska gruppen, om vilka ännu ovisshet kan anses råda, genom särskild beteckning utskilts från de övriga. Till dessa graniters ställning återkommes vidare i det följande.

Av synnerligen stor vikt för förståelsen av graniternas *intrusionssätt* och de yttre förhållandena vid deras stelnande äro de redan av TÖRNEBOHM gjorda och genom senare undersökningar utökade och skarpare preciserade iakttagelserna beträffande deras uppträdande i förhållande till omgivande, äldre bergarter. Med redan antydda undantag gäller för de båda här utskilda grupperna, att de i detta avseende förhålla sig högst väsentligt olika. Medan urgraniterna ha ett frapperande konformt uppträdande i förhållande till leptitformationens lager och äro så att säga inpassade i deras *tektonik*, bilda de yngre graniterna i allmänhet i stort överskärande eller blott i viss mån och huvudsakligen till sina yttre delar efter den äldre, *blandade* berggrundens struktur anpassade, batylitiska massor. Dessa förhållanden framträda snart sagt på alla våra berggrundskartor. Särskilt tydligt äro de belysta i de under senaste åren utkomna arbetena över Orijärvi, Falun och Åtvidaberg, liksom även å TÖRNEBOHMS äldre kartor över detta sista område samt över Persberg.

Ett annat, ävenledes av TÖRNEBOHM framhållet särmärke beträffande de båda gruppernas bergarter är, att de ha ett olika geogra-

fiskt beroende av de äldre leptitbergarterna.[1] Medan urgraniterna nästan alltid uppträda associerade med leptiter och vice versa, är detta ej lika konsekvent fallet med de yngre graniterna. Detta är av vikt för förståelsen av åldersskillnaden. Våra äldre mer gnejsoida graniter och leptitformationen förhålla sig sålunda i viss mån som en komplex i relation till de yngre graniterna. Dels synes även detta geografiska sammangående av leptiter och urgraniter innebära ett ursprungligt geografiskt och sannolikt även genetiskt samband mellan desamma, därvid de senares magma måste uppfattas såsom allmänt havande underlagrat de förra.

Den skiljaktighet i tektoniskt hänseende, som sålunda förefinnes mellan de båda granitgruppernas bergarter, kan möjligen ha blivit ytterligare skärpt genom rent sekundära efter magmornas stelning skedda deformationsprocesser av intensivare art och allmännare utbredning i de äldre bildningarna. Till sin anläggning och huvudsakliga utbildning måste den dock, såsom redan framhållits av GEIJER,[2] vara primär. Konformiteten i förhållande till de superkrustala lagren inskränker sig nämligen hos urgraniterna ej blott till de större massivens allmänna utsträckning och deras gränser, den gäller även för mindre utlöpare och injektioner, medan mot lagring och skiffrighet tvärstående och då hopveckade eller deformerade gångar äro sällsynta. Detta »syntektoniska» uppträdande av urgraniterna — med vilken tidigare av GEIJER från den tyska litteraturen anförda term[3] här avses beteckna det till den äldre tektoniken anpassade läget av granitens massa — kan därför ej tydas såsom beroende på annat än ett samtidigt med utbildandet av de äldre lagrens tektonik skeende framträngande eller uppressande av magman.

Av GEIJER har i hans för föreliggande fråga viktiga och uppslagsgivande arbete påpekats den likhet i uppträdande och relation till de omgivande strata, som förefinnes mellan våra urgraniter och s. k. konkordanta batyliter eller antiklinalt uppträdande sådana i yngre bergskedjor.[4] Till en likartad uppfattning hade redan tidigare TIGERSTEDT och ESKOLA kommit beträffande oligoklasgraniterna i Orijärviområdet. Under revideringen av bl. Åtvidaberg har jag i

[1] Som det vid senare undersökningar visat sig, att våra gnejser till största delen äro facies-bildningar av urgraniterna, och att desamma kunna avgränsas från starkare förgnejsade leptiter, ha de här sammanslagits med urgraniterna. Även beträffande sådana bildningar som de delvis ådergnejsartade gnejserna i sydöstra Östergötland och granatgnejsen i Södermanland är jag av den åsikten, att de äro att räkna till urgraniterna. Till desamma återkommes i det följande.

[2] Bull. Upsala XV, sid. 51.

[3] Diskussionen vid Föreningens möte 7 april d. å., se vidare CLOOS, H., Beitr. z. geol. Erforsch. d. deutsch. Schutzgeb. H. 17, sid. 162.

[4] Ref. arbete. Se även här angivna tid. arbeten av ESKOLA och TIGERSTEDT.

detta tektoniskt relativt enkelt byggda område kunnat påvisa teorins giltighet för urgraniterna här.

En högst väsentligt avvikande ståndpunkt har HOLMQVIST i en samtidigt med GEIJERS arbete publicerad sammanställning intagit.[1] För så vitt jag rätt uppfattat detta arbete, tydes konformiteten mellan urgraniterna och leptiterna såsom beroende på en sönderbrytning underifrån av leptitskorpan genom urgraniternas magma, som injicierats längs lagerplanen, därvid lösgörande oregelbundet nedsjunkande skållor. Genom borterodering av den överliggande delen av leptitformationen har därefter denna breccia i stort blottats. Även skulle det n. v. branta läget av leptiternas lager bero på skållornas oregelbundna nedsjunkande (kantrande). Den skiffrighet och deformation, som f. n. återfinnes i både urgraniter och leptiter synes vidare tydas såsom ett i förhållande till de förras stelnande yngre drag. Denna teori, som utbyggts på grundval av synnerligen viktiga förhållanden beträffande våra arkäiska bildningars beskaffenhet och struktur, kan likvisst ej tillfyllest förklara den anpassning till leptitformationens vecksystem, som urgraniterna i anförda detaljundersökta områden visa. Ej heller kan över huvud taget konformiteten mellan intrusionernas längdutsträckning och veckaxlarna samt den allmänna skiffrigheten förklaras, för så vitt ej injektionsprocessen modifieras till en sådan av konforma lager- eller lakkolitintrusioner. Slutligen torde den tektonik, som föreligger i leptitformationen, och som i det följande vidare kommer att beröras, svårligen kunna härledas ur en dylik brecciebildning i stort, liksom denna teori förutsätter en högst väsentligt mäktigare utbildning av leptitformationen över de stelnande urgranitmagmorna, än den som nedan skall visas vara sannolikare.

På grund av redan anförda omständigheter och urgraniternas i förhållande till leptiterna delvis mycket stora massa synes mig den »antiklinalbatylitiska» uppfattningen av urgraniterna vara den sannolikaste. Jag uppfattar därvid urgraniterna som en i stort underlagrande massa, som vid veckningen pressats upp i leptiternas antiklinala delar, därvid givetvis magman även attackerat den överliggande lagermassan och på många ställen i densamma insänt parallell-intrusioner, såsom de n. v. tvärsnitten visa.

Med ett dylikt antagande av samtidighet i veckning och intrusion vinner man vida större möjligheter till en plausibel förklaring av urgraniternas så allmänt gnejsoida struktur, i det man under det givna antagandet à priori måste förutsätta, att en dylik måste upp-

[1] Bull. Upsala, Bd XV, sid. 125.

komma protoklastiskt eller efter magmornas stelning, beroende på deformationsperiodens utsträckning. Enligt min mening, måste densamma antagas sluta, då huvudmassan av de till högre nivå komna magmorna stelnat, på grund av de därvid bildade kristalliniska massornas stora motstånd.[1] Beträffande Åtvidsområdet ha tidigare skäl framlagts, som direkt tala för, att gnejsstrukturen i sin utbildning visar beroende av avkylningsytan, och att den utbildats vid och i närmaste anslutning till magmornas kristallisation. Även må här hänvisas till tidigare gjort uttalande av Högbom[2] och till i Åtvidabergsarbetet refererade autorer.

Under förutsättning, att denna teori är riktig, att alltså veckningen i leptitformationen skett samtidigt med och orsakat urgraniternas uppressning, måste man även antaga, att en samtidig stark metamorfos av leptiterna skett. De undersökningar av nyare datum, som föreligga angående åldern av leptit-(hälleflint-)metamorfosen (Grythyttan, Orijärvi, Falun, Åtvidaberg), utvisa även enstämmigt, att denna måste vara av gammalt datum, betydligt äldre än de yngre graniternas framträngande.[3] Utan större risk för omotiverad generalisering tror jag, att man allmänt kan antaga, att den huvudsakliga delen av urgraniternas och leptiternas metamorfos är att tillskriva denna tidiga vecknings- och intrusionsperiod. Den motståndskraft mot hopskjutande krafter, som därefter den tjockare och tämligen genomgående *kristalliniska* skorpan haft att erbjuda, måste därmed ha blivit ofantligt mycket större än förut, och man har sannolikt i denna ändrade konsistens hos skorpan att söka orsaken till den olikhet, som föreligger mellan detta äldsta vecksystem och de yngre, alltså till den *allmänna* och *oredigare* veckning, som kännetecknar vår äldsta lagerformation, jämfört med senare, mer zonvis lokaliserade deformationer. Även synes mig urgranitmassornas i förhållande till den dåtida jordskorpans tunnare lagerkomplex ojämförligt mycket större kvantitet och allmännare utbredning, jämfört med förhållandena i yngre vecksystem, erbjuda tillfyllestgörande förklaring till de i leptiterna så allmänt utbredda och starka kontaktmetamorfiska dragen. Man har beträffande denna fråga dessutom att taga hänsyn till urgranitmagmornas höga gashalt.

En strukturell olikhet mellan de båda gruppernas graniter, som i detta sammanhang förtjänar att beröras, är den relativa bristen hos urgraniterna på grova strukturer och grovt ögonartade dylika,

---

[1] Jfr även Eskola G. F. F. 41, sid. 206.
[2] Zur Petrographie von Ornö Hufvud. Bull, Upsala X, sid. 161, 194, 195.
[3] Jfr speciellt Geijer, Falunarbetet sid. 99. Rörande Orijärvi se G. F. F. 41, sid. 206.

som äro så utbredda bland de yngre. Dylika saknas väl ej i de förra, och som exempel på ögonstruerade sådana kunna Arnögraniten och Loftahammargraniterna anföras. Dessa strukturer ha likvisst i urgranitgruppen i stort sett betydligt mindre utbredning och sämre utveckling, även om hänsyn tages till den granulering med åtföljande dubbelkornighet, som vid gnejsstrukturens utveckling åstadkommits. Jag har blivit speciellt frapperad av denna olikhet under fältarbetena å bl. Åtvidaberg och trakten öster därom (bl. Skrickerum och Valdemarsvik). I hela denna gnejsterräng ut till kusten äro fin-medelkorniga strukturer med få, lokala undantag förhärskande, samtidigt varmed även en stark inhomogenitet i sammansättningen (zonvis olika halt av Or-fältspat och av femiska mineral, slirighet med utsöndring av pegmatit-aplitmaterial) i stort och i detalj är rådande.[1] Dessa förhållanden göra desto starkare intryck, som de skarpt kontrastera mot de enformiga kemiska förhållandena och de grova, i stor utsträckning ögonrika strukturerna i de i söder angränsande yngre granitmassorna.

Till denna strukturella olikhet torde flera orsaker ha samverkat, och de viktigaste av desamma synas ha varit olikhet i magmornas sammansättning samt rörelse eller stillhet i desamma vid deras stelning. Sålunda giver erfarenheten vid handen, att ögonstrukturer mest gynnas av intermediära[2] magmablandningar och speciellt av sådana med ej alltför sur plagioklas (oligoklas-andesin). Dylika blandningar äro dominerande bland de yngre graniterna, däremot av betydligt mindre utbredning inom urgraniterna, där plagioklasrikare blandningar överväga. Även medberäknat denna kemiska olikhet kunna likväl de i stor utsträckning finkornigare strukturerna samt den ofta dåliga, liksom i sin utveckling störda ögonbildning, man finner även i intermediära facies av urgraniterna svårligen förklaras utan antagande av en starkare rörelse i de senare vid kristallisationen. Jag ställer mig alltså beträffande denna

[1] Denna kemiska inhomogenitet, delvis i detalj utvecklad i ådergnejsform, är till till sin huvudsakliga del ej resultatet av en yngre deformation och aplitiseringspalimgenes, enär i bergagterna dubbelstruturer saknas, och den sliriga inhomogeniteten ej är beroende av eller utvecklad parallellt med sekundär kornighet och skiffrighet. Slutligen finner man på sådana ställen, där bergartsmassans hela struktur ej är bandformigt eller slirigt anordnad, breccior av samma material, som ingår i de sliriga gnejserna, däri *flera* bergartsblandningar av olika basisitet och halt av femiska mineral brecciera varandra med efter surhetsgraden avtagande ålder.

Jag vill emellertid samtidigt framhålla, att senare aplitiserings- och pegmatitiseringsprocesser, såsom Gavelin framhållit, i hög grad bidragit till att öka den delvis kaotiska bergartsblandningen i *kustzonen*. Dylika fenomen har jag även under sommarens arbeten kunnat påvisa långt in i landet, men de spela här en mot W allt mindre roll.

[2] Med denna term avses här beteckna ett intermediärt förhållande mellan kalifältspat och plagioklas, ej surhetsgraden hos bergarten.

fråga i huvudsak på samma ståndpunkt som H. E. JOHANSSON, och i likhet med honom är jag även böjd för att antaga, att denna rörelse är en bidragande orsak till slirdifferentiationen i de delvis ådergnejsartade varieteterna av urgraniterna liksom över huvud taget till den långt drivna kemiska uppklyvningen i desamma (se vidare nedan).

Däremot torde djupläget av magmorna för uppkomsten av de olikartade kornigheterna ha spelat en mindre roll. Beträffande de yngre graniterna visa sålunda de grova ögonstrukturerna i de stora massiven intet beroende av, huruvida massiven uppträda i starkt omkristalliserade äldre terränger med högtemperaturmineral eller i sådana bergarter, vilkas mineralsammansättning motsvarar en mycket låg och ytlig temperatur. Jag har tidigare berört detta spörsmål i mitt Åtvidabergsarbete och kan här inskränka mig till att hänvisa till detsamma.[1] Av synnerligen stor betydelse för denna fråga skulle det vara få vidare bevis framlagda för den av GAVELIN framförda åsikten,[2] att de småländska porfyrerna utgöra en avsevärt yngre formation än leptiterna, i det man därmed erhölle ett påtagligt bevis för det ytliga läge, som granitmassorna här vid sin stelning intagit. Porfyrerna måste nämligen i detta fall, såsom GAVELIN redan påpekat, genetiskt ställas i samband med graniterna, som likvisst genom fortsatt stopingrörelse uppträngt till och brecierat dem. De yngre graniternas grova strukturer måste under dylika förhållanden bero på magmornas mycket stora dimensioner, varjämte deformativa processer vid stelningen, som vidare kommer att visas, spelat ringa roll.

Djupläget av våra urgraniter vid tiden för deras stelning har bestämts av mäktigheten av överlagrande massor av leptitformationen, vilken i sin ordning är beroende på formationens mäktighet och tektonik. Beträffande formationens mäktighet torde man f. n. kunna säga, att speciellt de sista årens arbeten göra det sannolikt, att man tidigare säkerligen överskattat densamma under inflytande av föreställningen av mer ihållande brant djupgående lagerställningar, liksom även under antagande av en f. n. borteroderad mycket avsevärd stratigrafisk fortsättning uppåt. Just de senaste årens arbeten i skilda delar av det här behandlade området, ha emellertid visat, att den branta lagerställningen är mer skenbar, och att den beror på en intensiv småveckning, medan i stort lagren ha ett flackt läge. Detta har påvisats i Stockholms skärgård (Runmarö) av HOLMQVIST[3] och helt nyligen av B. ASKLUND[4] beträffande

[1] S. G. U. Ser. C., 306, sid. 71—72.
[2] G. F. F., 41, sid. 29.
[3] G. F. F. 41., sid. 314.
[4] Föredragsreferat detta häfte.

stora delar av norra och östra Östergötland, där jag i Åtvidssynklinalen funnit ett likartat flackt läge av synklinalaxeln. Under sommarens arbete har det även visat sig, att deformationsstrukturerna och förloppet av slirigheten i gnejserna NO och öster därom intaga ett oregelbundet och småveckat flackt läge. Synnerligen instruktiva äro vidare i detta hänseende Grythytte-Saxåfälten. Beträffande det sistnämnda, där lagerbyggnaden och tektoniken äro nästan schematiskt regelbundna och tydliga, hänvisas till det samtidigt härmed publicerade meddelandet av N. H. Magnusson. Tektoniken i dessa båda områden behärskas av de tre stora skifferområdena (Grythytte,-Saxå- och Älvestorpsskiffrarne), varav de två senare intaga de flackaste, delvis skållartade lägena, samtliga regelbundet underlagrade av först kalibetonade, därefter natronrika hälleflintor (leptiter).[1] Av skifferområdena utgör det i Älvestorpstrakten en direkt fortsättning i strykningsriktningen av Grythytteskiffern, skild från densamma genom en kraftig, transversalt stående »antiklinalbalk» med flack lagring. Skiljestråket mellan det senare och Saxåskålen utgöres av ett delvis platåartat flackt uppbyggt antiklinalstråk.

Dessa exempel kunde på grundval av tidigare arbeten av Törnebohm, Hummel m. fl. ytterligare ökas. De torde emellertid vara tillräckliga för att därå fota ett mer generellt antagande för formationen av en dominerande flack, genom småveckning och mer eller mindre starka böjningar i veckaxlarna oregelbundet störd lagerställning.

Ett uppfattande av leptitformationens tektonik på dylikt sätt innebär i själva verket ett återvändande till de synpunkter i fråga om urbergets byggnad, som varit grundläggande för våra äldre urbergsgeologer, bland vilka främst må anföras A. Erdmann samt de båda redan nämnda Törnebohm och Hummel. Det innebär samtidigt ett erkännande för den skarpa blick för de tektoniska förhållandena de haft, och det beundransvärda arbete, de presterat.

I ett mycket viktigt avseende skiljer sig likväl vår nuvarande uppfattning från deras, i det vi från den superkrustala serien avskilja de gnejsoida delarna av urgraniterna och därmed få en intrusiv bottengräns för formationen och en högst betydligt reducerad mäktighet av densamma. Av grundläggande betydelse för denna

[1] Den kemiska karakteristiken av de båda hälleflintzonerna, vilka till sin utbredning ganska nära svara mot de av Törnebohm utskilda »lagen», är beträffande Grythyttefältet grundad i främsta rummet på egna mikroskopiska undersökningar jämte ännu ej publicerade analyser. Beträffande Saxå-fältet hänvisas till H. E Johanssons, Hj. Sjögrens och N. Sahlboms arbete G. F. F. 36, sid. 441 samt till N. H. Magnussons redan refererade uppsats.

viktiga fråga ha Högboms och framförallt Holmqvists tidigare arbeten varit.[1]

Ett område, där man tämligen nära torde kunna bestämma den superkrustala skorpans mäktighet över den stelnade urgraniten är västra delen av Saxå-fältet. På grund av den betydande utbredning såväl i transversal led som i strykningsriktningen, som skifferavlagringarna i de båda närbelägna fälten, Grythytte- och Saxåfältena ha, är man berättigad antaga, att de representera formatiotionens översta led, att alltså i desamma dess övre gräns föreligger. Skulle yngre bildningar ha förelegat, borde de i något av de veck, som vinnas i skiffrarna vara representerade. Den enda bildning, som i detta sammanhang kunde anföras, är Älvestorpskonglomeratet jämte dess fortsättning mot norr, som ju huvudsakligen är uppbyggt av bollar av skiffer (i stor utsträckning kvartsitisk) och av de densamma underlagrande hälleflintorna.[2] Det lokala uppträdandet av denna konglomeratzon, liksom dess grovklastiska konsistens visa emellertid, att dylika bildningar ej kunna ha haft någon vidsträckt utbredning. En annan omständighet, som utvisar, att man i de båda fälten har att göra med en och samma liktidigt bildad och likformigt avsatt formation, är den regelbundna, redan anförda stratigrafin, som återfinnes vid samtliga skifferområdena. Även den tudelning i mörka, delvis grafitförande undre skiffrar och övre, grå, ljusare sådana som tidigast genomförts av Törnebohm i Saxå-fältet, har i de båda övriga skifferområdena återfunnits, ehuru med mindre regelmässighet. Denna grå ljusare skiffer utgör alltså formationens översta led, ev. med det lokala undantaget för konglomeratena.

Den undre gränsen för formationen över den här stelnade delen av urgranitmagman representeras av Horrsjögranitens östra kontakt. I anseende till den hopskjutning, lagren visa, och den i stort flacka lagerställningen (jfr redan refererade uppsats av N. H. Magnusson), kan man med säkerhet säga att komplexens totala mäktighet ej uppgår till mer än en mindre del av det n. v. horisontella avståndet till skifferns mittlinje i öster 5 km). En mäktighet av c:a 2 km torde vara ett sannolikt mått, och större mäktighet kan forma-

[1] Högbohm. G. F. F. *15*, sid. 241. Holmqvist ibid. *29*, sid. 89, 347, *30* sid. 415, *32* sid. 789 jämte ytterligare polemiska inlägg.

[2] Den uppfattning av konglomeratet som en bottenbildning till skiffern, som jag vid avfattandet av det preliminära meddelandet (G. F. F. 38 sid. 267) på grund av förhållandena inom Grythyttefältet ansåg vara riktig, har jag efter kartering av Älvestorps-fältet funnit ej väl motsvara förhållandena här. Angående konglomeratets ställning må vid detta tillfälle blott sägas, att mycket talar för, att den av Törnebohm anförda uppfattningen, att det alltså är yngre än de övriga superkrustala bergarterna, är riktig.

tionen ej förutsättas ha haft över de nu blottade delarna av graniten.

En uppskattning av ytbildningarna i Åtvidssynklinalen under förutsättning, att den övre leptiten här är det primärt yngsta lagret, leder till ett resultat av c:a 1,500 m mäktighet, därvid det stora gnejsintrusivlagret frånräknats, medan de täta grönstenarna i bottenlagret medtäknats. Å bl. Torönsborg har ASKLUND funnit en blottad mäktighet av 3—4 km av den dock rikligt urgranitintrusioner hållande leptitserien.

Säkerligen ha vi i de flesta av våra kvartsit-glimmerskifferbildningar att se dylika, den primära överytan av formationen markerande avlagringar, och skola vi, i den mån de och de omgivande terrängerna bli tektoniskt uppklarade, få betydligt säkrare mått på leptitformationens mäktighet och kunna ersätta de tidigare, vaga och subjektiva uppskattningarna med sifferuppgifter. Redan de anförda uppskattningerna visa emellertid den storleksordning, det kan röra sig om. Givetvis kan mäktigheten å olika ställen ha varierat betydligt, men en genomsnittlig mäktighet av 2—5 km över de nu blottade delarna av urgraniterna synes ej vara för litet tilltagen även medberäknat hopskjutningar av lagren.

Ehuru denna mäktighet sannolikt är betydligt mindre, än vad man tidigare räknat med, representerar den likväl för en stelnande magma ett högst avsevärt djup med därav följande tryck, som varit mer än tillräckligt för realiserandet av grova djupbergartsstrukturer,[1] vilka likvisst i stor utsträckning dåligt kommit till utveckling. Och vi ha, som redan framhållet, inga skäl att antaga, att de nu synliga delarna av de yngre graniterna haft ett djupare stelningsläge, snarare tala förhållandena för motsatsen.

Denna uppfattning av leptitformationens tektonik och mäktighet medför en ej oväsentlig ändring i föreställningen angående det tidigare relativa läget av landöverytan efter leptitveckningsperioden och urgraniternas stelning samt beträffande beloppet av det genom senare vittring bortförda materialet. Själva konfigurationen av den topografi, som leptitformationens tektonik inspirerar, kan knappast ha varit den av de yngre bergskedjornas typ. Snarare antydes en oregelbunden »buckling» i stort av leptitskorpan samt en detaljveckning i och mellan »bucklorna». Ett snitt genom en dylik yta behöver ej vara djupt för att blotta stora partier av den underlagrande stelnade granitmassan, så som de f. n. träda i dagen.

Det har i det föregående redan framhållits den betydande åldersskillnad, som föreligger mellan urgraniterna och de *yngre graniterna*,

[1] Jfr V. M. GOLDSCHMIDT, Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet sid. 104.

i det de förra tillsamman med leptiterna förhålla sig mot de senare som en komplex. Denna åldersskillnad har även väl i de sid. 555 anförda arbetena blivit belyst, till vilka ytterligare må läggas GAVELINS för denna fråga banbrytande arbeten i Loftahammar-Västervikstrakterna.[1] Till sitt uppträdande kunna dessa graniter i allmänhet karaktäriseras, som stopingartade batylitiska massor, som i stor utsträckning utsänt satellitiska injektioner i den omgivande eller överliggande äldre berggrunden, och som i dessa och de yttre delarna av huvudmassorna ofta till sin begränsning (beträffande satellitmassiv och mindre projektioner även till lokaliseringen) tagit intryck av den äldre, skiffriga berggrunden. Stelningen av magman har i allmänhet skett under lugnare förhållanden. Genom dessa batyliter ha vi tydligtvis en serie av olika snitt, bland vilka det i Smålands-granitmassan måste räknas som ett av de djupaste. Även här finner man dock talrika vittnesbörd i granitmassans inre, att ytsnittet föga skiljer sig från batylitmassans vågiga, gropiga överyta.[2] Ex. på tämligen ytliga snitt torde Fellingsbromassiven mellan Hjälmaren och Nya Kopparberg lämna. De i dessa trakter över stora områden utbredda pegmatitmassorna, som delvis omsluta eller övergå i finkorniga graniter utgöra sannolikt randbildningar till underlagrande massiv. Pegmatitutbildning omnämnes även såsom fas av graniten i massivet NW om Arboga.[3] Såsom satellitmassiv av den grova graniten eller högre uppstickande delar av randbildningar till densamma äro säkerligen även det flertal röda och grå finkorniga småmassiv att räkna, som äro spridda inom det angivna området, och vilkas bergarter i den kemiska sammanställningen vidare komma att beröras.

Ett ännu ytligare snitt torde Stockholmsgranitens massiv (inkl. Rimbomassivet) samt småmassiven i Mälardalen W- ut representera. Dessa på pegmatit-aplit rika graniter bilda huvudsakligen blott brecciebildningar i stort.

Frågan, huruvida de yngre magmorna ätit sig upp genom den relativt stillastående jordskorpan eller bragts in situ genom regional och omfattande sänkning av densamma, har jag tidigare upptagit till behandling[4] och kan här inskränka mig till att hänvisa till då gjorda uttalande, att det förra måste anses vara det vida sanno-

[1] B. Loftahammar m. beskr., S. G. U. Ser. C N:o 224, G. F. F. 32. sid. 985.

[2] Jfr speciellt bl. Mjölby samt Åtvidabergsarbetet. Likartade bildningar med de här beskrivna rand-apliterna äro tidigare omnämnda av BLOMBERG (bl. Boxholm och Vadstena), där de även, ehuru med tvekan, uppfattats som äldre än graniternas huvudmassor. Liknande bildningar torde även återfinnas i många av de äldre bladens finkorniga graniter (jfr sid. 574 detta arbete).

[3] Bl. Örebro, beskr. sid. 20, bl. Linde, sid. 14.

[4] Åtvidabergsarbetet sid. 71.

likare. Även har denna fråga redan genom diskussionen om de yngre graniternas struktur (sid. 557) blivit berörd.

Det skulle emellertid vara högst otroligt, att magmamassor av här föreliggande dimensioner uppträngt i jordskorpan och till dess närhet, utan att denna process åtföljts av några deformativa förändringar i densamma. Detta har påvisligen ej heller varit fallet. Sålunda uppvisa graniterna ej sällan en viss grad av krossning och skiffrighet, och lokalt, särskilt utmed kontakterna kan densamma vara stegrad till starkare gnejsighet. Detta gäller ej blott de till Törnebohms grupp 2 förda representanterna (Filipstad-Smålandsgraniterna) utan även flera av de s. k. serarkäiska förekomsterna såsom det i Blekinges kustgnejs belägna Karlshamnsmassivet, Revsundsgraniten och de till densamma geologiskt anknutna grå, finkorniga västerbottniska graniterna.[1] Det ligger nära till hands att ställa dessa deformationsstrukturer i samband med samtidigt med stelningen och ännu efter densamma verkande stress och i berggrunden skeende mindre deformationer. Från ett område av södra Sverige föreligger dessutom definitiva bevis för starkare deformativa rörelser från denna tid jämte metamorfos med palimgenetisk nybildning av aplit-pegmatit i stor skala, nämligen från kustzonen utmed nordöstra Småland och Östergötland. De post-urgranitiska deformativa och palimgenetiska processerna i denna zon ha tidigare blivit klarlagda av Gavelin och nu senast å bl. Torönsborg av Asklund.[2] Den till tiden och arten skilda metamorfosen i denna zon, jämfört med förhållandena i inlandet påpekades av förf. i Åtvidabergsarbetet. Deformationen i denna zon började senast kort efter de till den yngre graniten genetiskt knutna grönstensgångarnas och -massivens framträngande. Måhända började den redan vid eller före densamma, och ha vi däri att söka förklaringen till den rikliga uppressningen av noritmagman. Dessa bergarters rikliga uppträdande sammanfaller nämligen i stort sett med deformationszonens och palimgenesens utbredning. Deformationen har fortsatt ännu vid och efter de norr om den kompakta stora yngre granitmassan isolerat (ytligt?) liggande småmassivens stelnande, däremot ej under huvudmassans i söder skeende kristallisation. Under sommarens arbeten å bl. Skrickerum har jag funnit, att en föga utvecklad yngre deformation (även spår av samtidig sekundär aplitbildning) ännu gör sig gällande å vissa lokala gebit av nordvästra delen av bladet, där även ett fåtal sönderstyckade amfibolit-

[1] S. G. U. Ser. A1, a, sid. 62, Bull. Upsala VII. sid. 121, S. G. U. Ser. C. N:o 177, sid. 7. Jfr även de kataklastiska strukturerna i Stockholms- och Bohus-graniterna, anf. arbete av Holmqvist i Upsala Bull. VII sid. 120.

[2] Gavelin redan anf. arbeten samt B. Asklunds ref. av föredrag, detta häfte.

gångar anträffats, gränsen för den egentliga deformationszonen torde emellertid kunna dragas inom östra hälften av bladet. Inom bl. Åtvidaberg kan denna yngre deformation med redan i mitt tidigare arbete anförda lokala undantag (förkastningszonen NO om batylitmassan med ögongnejsbandet, någon skiffrighet i gränszonerna av graniterna) ej påvisas.

Huru långt mot norr denna yngre deformationszon sträckt sig, och i vad mån samtidigt det södermanländska granatgnejsområdet kan ha påverkats i sin nuvarande utbildning, är ännu ovisst. Att döma av de tidigast av Törnebohm[1] gjorda iakttagelserna av deformerade grönstensgångar, som geologiskt synas motsvara dem i Östgöta—Smålands-kustzonen, skulle kunna förmodas att en likartad yngre deformation även skett i de yttre delarna av Stockholms skärgård, och att zonen sträckt sig hit upp.[2]

Att någon allmän större hopveckning och deformation av berggrunden skett inom det här behandlade området vid de yngre graniternas framträngande måste emellertid anses uteslutet. Detta utvisas f. ö. av de i allmänhet massformiga strukturerna liksom av graniternas sätt att uppträda som stora överskärande massor. Den erfarenhet, som föreligger, talar slutligen, som redan nämnts, entydigt därför, att leptiternas och urgraniternas metamorfos och tektonik i huvudsak förelåg färdigbildad redan vid tiden för de yngre magmornas intrusion, samt att den metamorfos, som åtföljt desamma med lokala undantag varit av ringa betydelse.

Av Geijer har i hans redan refererade arbete om graniternas intrusionsmekanism antagits, att de serarkäiska graniternas intrusion förorsakats av en regional sänkning av landet, och att granitmagman därvid gärna sökt sig fram utmed uppkomna dislokationssprickor. Såsom exempel båra anföras småmassiven av Stockholmstyp utmed Klemmingen—Sillens dalgång i Södermanland. Själva förmodandet av en allmän sänkning, som på grund av redan anförda omständigheter beträffande de yngre graniternas ringa stelningsdjup måste tilltagas högst avsevärd, synes mig av tidigare nämnda skäl mindre befogat, däremot är tanken av ett speciellt lokaliserande av magmans projektioner till dislokationslinjer ett högst intressant uppslag. Utan att ha haft anf. arbete i minnet, har jag i den stora dislokationszonen NO om Åtvidaberg nyligen funnit ett dylikt sammanhang mellan ögongnejsbandet och spricka-

[1] Bergslagskartan beskr. bl. 9, sid. 10.

[2] Även kan förmodas, att samtidiga betydande tektoniska rörelser skett inom berggrunden å gränsområdet mellan östra och västra Sverige och inom detta senare på grund av den stora utbredningen av gnejsoida facies av de yngre graniterna utmed gränsen.

bildningen här.[1] Företeelsen synes mig böra uttryckas på så sätt, att samtidigt med de stora magmamassornas invasion och på grund av de spänningar de åstadkommit, sprickbildningar i den överliggande jordskorpan eller rörelser längs äldre sådana utlösts, längs vilka plan magman med sina projektioner med större lätthet sökt sig fram.

Medan det är relativt lätt att hålla de två här utskilda åldersgrupperna isär, erbjuder det, som nämnt, betydligt större vanskligheter att upprätthålla någon åldersdistinktion *inom* dessa grupper. Till vad som ovan sagts angående denna fråga må ytterligare några ord tilläggas beträffande de s. k. serarkäiska graniterna. Desamma utgöras i den omfattning, de av TÖRNEBOHM och senare författare erhållit, dels av grova ögongraniter, dels av finkorniga, med desamma till större delen geografiskt och geologiskt på det närmaste anslutna varieteter. De förra äga strukturellt och kemiskt fullständiga motsvarigheter inom Filipstad—Växiö-gruppen, från vilken de, där de sammanstöta med densamma ej heller på geologiska grunder kunna säkert avgränsas.[2] Beträffande de senare ha tämligen konsekvent å översiktskartorna dylika små-finkorniga facies, som uppträda inom eller i grannskapet av 2:a gruppens graniter, skilts ut som yngre serarkäiska, blott på grund av sin från desamma avvikande och med Stockholms—Bohus-graniterna mer likartade struktur, stundom även på grund av granitens starkt breccierande uppträdande. Jag har i området mellan Siljan och Älvestorpstrakten lärt känna ett flertal dylika småmassiv, hörande till Järna- och Filipstadsgraniterna. De utgöras delvis av kemiskt från de grova graniterna blott föga avvikande facies, i regel äro de dock mer saliska. Delvis äro de finkorniga, röda-grå, ögonstruerade med mindre ögon eller jämnkorniga, samt genomgående mer saliska än huvudmagman. Delvis äro de rena aplitgraniter. I desamma finner man ofta tillsamman med biotiten muskovit, vanligen sparsamt, ibland rikligt. Även flusspatrika facies ha anträffats. Beträffande proportionen Or: plagioklas föreligger i allmänhet, dock ej alltid en tydlig ökning av den förra, varjämte i förhållande till de grova huvudbergarterna plagioklasens An-halt är lägre. Dessa småmassiv kunna f. n. utan tvekan ställas i genetiskt samband med de grova granithuvudmassorna, som randliga och saliska utsöndringar eller facies av desamma.

---

[1] Möjligen ha även de större massiven N om och omkring dislokationszonen i sitt läge påverkats av densamma.
[2] HEDSTRÖM, Berggrundsblad 5, sid. 61.

Ett synnerligen intressant exempel å en dylik med Filipstadmagman samhörig, relativt tidigare stelnad, Stockholmsgranitliknande satelitbergart har av MAGNUSSON anträffats vid Saxå-fältets W sida. Denna är dock tämligen femisk. Graniten tydes av MAGNUSSON som en differentiationsprodukt ur tidigt injicierad Filipstadmagma, vilken med sin senare framträngande huvudmassa förhållit sig intrusiv till densamma. Den torde kunna genetiskt jämställas med de till Smålandsgraniterna hörande, av GAVELIN omnämnda, finkorniga, delvis monzonitiska Lucernagraniterna och de av mig omnämnda, likartade bergarterna från Åtvidaberg.[1]

Samtliga dessa små förekomster torde sålunda utan större risk kunna utrangeras ur den serarkäiska gruppen,[2] och över huvud taget kan man utgå ifrån att dylika småmassiv, som uppträda i geografiskt beroende av större granitmassor (Halen-Spinkemålagraniterna kring Karlshamns-Eringsbodamassiven, de småkorniga graniterna kring Fellingsbrograniten, de västerbottniska finkorniga graniterna utmed Revsunds-massiven), äro mer eller mindre kemiskt modifierade satelliter till desamma.

Av de egentliga huvudtyperna av den serarkäiska gruppen, kunna vi f. n. utrangera en, Ristengraniten. Tidigast har dennas äldre ålder påpekats av A. BLOMBERG.[3] Från de sydvästra delarna av densamma ha vidare av förf. skäl framlagts, som visa, att densamma är äldre än Smålandsgraniterna, och att den utgör en del av de stora urgranitmassorna i sydöstra Östergötland. Till liknande resultat hade tidigare även GAVELIN kommit beträffande huvudmassan av de sydöstra delarna.[4] Vid sommarens revisionsarbeten har det visat sig, att de av honom undantagna och med Smålandsgranitmagman genetiskt sammanställda röda aplitbergarterna å bl. Skrickerum utgöra aplitiska utsöndringar ur urgranitmagman. Dessa aplit-pegmatit-graniter äro speciellt anrikade utmed kontaktzonen mellan densamma och de i större områden uppträdande äldre grönstenarna mellan Bersbo och trakten NW om Falerum, vilka de även ledes rikligt brecciera.[5]

Likaledes föreligger den största sannolikhet för att Järnagraniten bör räknas tillsammans med Filipstadsgraniten såsom en i genomsnitt något mer basisk fas av samma magma.[6] Vid besök å den

---

[1] Åtvidabergsrarbetet, sid. 79.
[2] Jfr även GAVELIN G. F. F. **43**, sid. 320.
[3] Beskr. bl. Linköping.
[4] Jfr GAVELIN G. F. F. **43**, sid. 320.
[5] Det torde ha varit denna breccierirg, som föranlett TÖRNEBOHM att hänföra den i dessa trakter av metamorfos föga berörda urgraniten till grupp 3.
[6] Jfr G. F. F. **38**, sid. 287 samt **42**, sid. 29.

av Törnebohm utpekade lokalen N om Fredriksberg i Dalarna, där båda bergarterna skulle mötas och Järnagraniten genom minskad kornstorlek visa sig som yngre,[1] fann jag, att den angränsande bergarten ej utgöres av identifierbar Filipstadgranit utan av en grovt medelkornig röd, sur, delvis rätt krossad bergart, vilkens geologiska ställning är svår att bestämma, i det likartade graniter uppträda som facies inom Järnagraniten själv. Ej heller var den av Törnebohm uppgivna endogena kontaktförändringen märkbar. De två graniternas överensstämmelse i kemiskt avseende i de föreliggande analyserna är synnerligen stor, och över huvud taget är det vid karteringen ofta svårt avgöra, huruvida bergarten skall läggas som den ena eller som den andra. Sålunda ha mindre Järnagranitområden utskilts inom Filipstadgranitens massiv, liksom tvärtom mot den senare svarande modifikationer kunna urskiljas inom den förra.

Med Järngraniten torde förutom Siljansgraniten även den längre i norr uppträdande Rätangraniten sammanhöra.

Likaledes att i ålder och geologiskt avseende jämställa med Filipstad—Smålandsgraniterna torde enligt muntliga meddelanden av Gavelin och J. Eklund, som genom fältarbeten under de senaste åren haft tillfälle studera densamma, Revsundsgraniten vara.

Beträffande de övriga till gruppen hänförda graniterna (Karlshamnsgraniter, Fellingsbrograniter, Stockholmsgraniter, Bohusgranit m. fl. ej med lokalnamn belagda förekomster) föreligga inga anförda skäl, som motivera deras utsöndring till en särskild grupp. Såsom sådant kan ej gärna den starka breccieringen av den äldre berggrunden godtagas. Densamma är f. ö. i sin extrema form huvudsakligen bunden till de fin-småkornigare representanterna. En dylik breccieriug kan nämligen väntas olika stark i olika delar av en batylitmassa. Starkast bör den vara i snitt nära taket, där f. ö. även uppträdandet av mer saliska och på gasfasen rika modifikationer av magman äro att vänta. Detta stämmer rätt väl med förhållandena i de små-finkorniga, rikligt breccierande granittyperna (jfr bergarternas relativt saliska karaktär, den ofta förekommande tvåglimrigheten, rikedomen på de sent kristalliserade komponenterna kalifältspat och kvarts, även pegmatit-aplitrikedomen). Man kan därför även beträffande sådana isolerat uppträdande bergarter som Stockholms- och Bohusgraniterna förutsätta, att de beteckna blott helt ytligt skurna eller satellitiska delar av större i n. v. ytsnittet ej synliga granitmassor, med en efter det normala differen-

[1] Beskr. Bergslagskartan, bl. 1, sid. 27.

tiationsschemat att döma mer basisk och plagioklasrikare sammansättning.

Å fig. 1 och 2 sid. 586 har jag i överensstämmelse med det ovan sagda sammanfört analysorterna för de båda utskilda åldersgrupperna. Av desamma innehåller alltså fig. 1 analyser av urgraniter samt av de till Törnebohms grupp 1 räknade Upplandsgraniterna. Å fig. 2 äro samtliga yngre graniter införda, därvid de representanter av den serarkäiska gruppen, om vilka nyare fältgeologiska data saknas, eller om vilkas samhörighet med de övriga av andra orsaker tvivel kunde anses föreligga, blivit betecknade med kors. Analyserna äro beräknade enligt den av H. E. Johansson använda metoden med uträknande av fältspatproportionerna ur värdena på alkalier och kalk, vilket beträffande bergarter av granitisk sammansättning återgiver det viktigaste draget i differentiationen. Det skulle, speciellt beträffande urgraniterna varit av intresse att jämsides med differentiationen av fältspatkomponenterna även kunna överblicka dels halten av femiska beståndsdelar, dels Mg-Fe-förhållandet inom desamma. För det föreliggande arbetet spelar denna fråga emellertid mindre roll. En viss hållpunkt på den relativa kvantiteten av de mörka mineralen lämna f. ö. de i tabellerna återgivna värdena för molekylartalen av järn-, mangan- och magnesia-oxider, direkt beräknade ur analystalen. Vid beräkningen av fältspatproportionerna har utgåtts från analystalen direkt utan avdrag av kalk för apatit, titanit och mörka mineral, detta enär bestämningar av fosforsyra och titan i stor utsträckning saknas, och enär aluminiumbrist uppstår i vissa fall även där enl. beskrivningarna hornblände saknas. Analyspunkterna komma sålunda att konsekvent ligga något för högt, och de hornbländeförande bergarterna att bliva relativt något förskjutna uppåt i förhållande till de ej hornbländeförande, något som emellertid ej nämnvärt inverkar på de allmänna resultaten. Ett annat fel kunde medräknandet av biotitens kalihalt i Or-fältspaten anses innebära, vilket emellertid på grund av svårigheten att beräkna biotiten ej kan undvikas. Det kan f. ö. ifrågasättas, huruvida ej biotiten i graniterna allmänt får betraktas som under det magmatiska och senmagmatiska skedet hydrolyserad och ombildad kalifältspat.

Sammanställningarna äro utförda på grundval av de av Holmqvist i hans granitmonografi återgivna tabellerna (Bull. Upsala VII, sid. 256—268), vartill komma i senare utgivna kartblad och specialbeskrivningar anförda analyser. Av de äldre i Santessons gnejstabell (S. G. U. Ser. C N:o 17) anförda analyserna ha blott

ett fåtal kunnat medtagas på grund dels av osäkerhet om bergartens ställning (om gnejsgranit eller förgnejsad leptit), dels även på grund av alltför höga aluminiumöverskott eller -underskott. Analysmaterialet torde i allmänhet få anses tillräckligt stort för att lämna en tämligen tillförlitlig bild av genomsnittssammansättningen av våra graniter och i stort sett även av differentiationen av deras fältspatkomponenter. En kännbar brist är emellertid avsaknaden av systematisk analytisk undersökning av olika facies av våra nordligare yngre graniter (Järna—Filipstad-typerna) och till desamma hörande småmassiv. Även är analysmaterialet beträffande huvudmagmorna här sparsamt. Däremot föreligger ett rätt stort material från Smålands-graniterna. Även bör betonas, att ett flertal serier av urgranitanalyser av olika differentiationsprodukter inom begränsade områden skulle vara högst önskvärda. Den mest fullständiga serien av dylikt slag föreligger från Upplandsgraniterna.

Redan en hastig blick på de båda diagrammen visar den olikhet i genomsnittlig sammansättning och differentiation, som de båda gruppernas bergarter uppvisa.

Det i kemiskt-petrografiskt avseende kännetecknande för *urgraniterna*, är deras genomsnittligt höga plagioklashalt samt deras starka uppdelning i olika Or-haltiga facies. Detta senare tager sig i diagrammet uttryck i spridningen av analysorterna i horisontell led. Den för gruppen speciellt karaktäristiska bergartstypen utgöres av oligoklasgraniterna, å diagrammet fallande inom den det angivna ovalt avgränsade området. Mineralogiskt kunna dessa bergarter betecknas som tämligen femiska graniter, huvudsakligen bestående av andesin-basisk oligoklas, kvarts och biotit. Kalifältspathalten håller sig vid samtidig kvantitet av plagioklas av 32—40 % vid 12—8 %. Anmärkningsvärd är den i förhållande till den ganska basiska karaktären av plagioklasen (An_{27}—An_{32}) och relativt höga halten av mörka mineral höga kvartshalten (teoret. kvartshalt = 24—37 %). Ävenledes äro dessa bergarter samtliga på ett undantag när (ögongnejsen från Grängesberg) mättade eller övermättade med aluminium, något som mineralogiskt tar sig uttryck i avsaknad av eller fattigdom på hornblände och riklig utbildning av biotit. I betraktande av den relativt höga Ca-halten är detta ett anmärkningsvärt och egenartat drag.

Dessa bergarter äro i det föreliggande analysmaterialet väl representerade, något som även motiveras av deras stora utbredning inom formationen. Till desamma ansluta sig på det närmaste som mer saliska facies men med likartat teoretiskt plagioklas-ortoklasförhållande graniter av An-fattigare sammansättning. Exempel

härå utgöra granitgnejsen i Falun, den röda fasen av Ristengraniten, Nybergets gnejsgranit samt den röda saliska gnejsen i Grängesbergsområdet. Extremt saliska varieteter av denna grupp torde enligt den mikroskopiska beskaffenheten de sid. 565 omnämnda, utmed gränsen till de äldre grönstenarna anrikade, aplitiska, delvis pegmatiska utsöndringarna ur Ristengraniten utgöra. Mineralogiskt ter sig emellertid förändringen i denna grupp jämfört med plagioklasgraniterna starkare, i det biotitens mängd är mindre och kalihalten i större utsträckning ingår i fältspaten, avsevärt ökande mikroklinens kvantitet. Kvartshalten undergår samtidigt inom de skilda områdena en tydlig ökning. Dessa graniter representeras av punkterna rakt under ovalen och svagt förskjutna nedåt åt vänster i förhållande till densamma. Tillsamman med oligoklasgraniterna torde de utgöra den dominerande massan av urgraniterna.

Intermediära[1] och Or-rikare typer äro i det föreliggande materialet sparsammare representerade. Huru pass stor roll dessa bergarter kvantitativt spela, är tills vidare svårt avgöra, då i de röda representanterna för urgraniterna även ingå oligoklasgraniter och deras saliska motsvarigheter. Av föreliggande data att döma, torde intermediära facies, hänförbara till trakten kring diagrammets vertikala mittlinje dock spela en rätt viktig kvantitativ roll, dock mindre viktig än de plagioklasrikare. Väl kända representanter för denna grupp äro Loftahammargraniterna, gnejsgraniterna på Ornö samt den typiska Uppsalagraniten. Med avseende på halt av femiska mineral förmärkes liksom inom de plagioklasrikare graniterna ett avtagande av densamma med sjunkande An-halt, dock med förekommande undantag. Jämfört med plagioklasgraniterna är kvantiteten av mörka beståndsdelar i stort sett likartad. Kvartshalten visar i stort starka växlingar, inom de olika områdena torde den emellertid med sjunkande An-halt och kvantitet av femiska beståndsdelar ökas (jämför sur och basisk Loftahammargranit). En egendomlig facies inom denna grupp bilda de Ca-rikare (samtidigt hornbländerika) leden av Uppsalagraniten. Dessa bergarter skulle snarast böra betecknas som abnormt kvartsrika monzoniter. Även visa de en inom urgraniterna mindre vanlig aluminiumbrist.

Av extremare Or-bergarter äro tillsvidare bland urgraniterna blott kända Vängegraniten samt den malmförande gnejsgraniten från Åtvidaberg. Nära denna grupp faller emellertid även Salagraniten. Säkerligen komma med vidare undersökning ett flertal exempel på hithörande bergarter att anträffas, dock torde den redan förelig-

[1] Beträffande innebörden av termen intermediär i detta arbete se not, sid. 556.

gande erfarenheten berättiga till den slutsatsen, att de kvantitativt ej komma att spela någon större roll inom formationen. Med avseende på halten av mörka mineral och kvarts variera de båda nämnda bergarterna mellan sur salisk granit (Vängetypen) och mer femisk, kvarts-(alkali-)syenetisk sådan (Åtvidabergsbergarten).[1] Påpekas må även, att denna senare på grund av sitt uppträdande bör uppfattas som en delvis i de överliggande äldre lagren intruderad randbildning, belägen mellan de plagioklasrikare urgraniterna och de superkrustala bildningarna (inkl. de äldre, delvis effusiva grönstenarna).

Extremare kalibergarter inom urgranitgruppen än de redan nämnda har jag ej anträffat i den föreliggande litteraturen eller själv lärt känna.

En, jämfört med de »kali-extrema» leden polär ställning intaga de till höger om plagioklasgraniterna fallande extrema plagioklasbergarterna. Desamma representeras delvis av gnejsgranitiska bergarter, liggande inne i större massiv (36 Nyhyttan, 37 Engelsberg, från bl. Engelsberg) eller på ansenligt avstånd från kontakt (31, Rickomberga, bl. Uppsala), samt innehållande en ordinär halt av femiska mineral. Om dessa bergarters uppträdande och utbredning är intet närmare bekant.

De övriga förekomsterna äro dels randzonsmodifikationer till plagioklasgraniter (inkl. mer saliska facies av desamma, 33—34 Orijärvi, 38 Nyberget), dels mindre gångintrusioner (35 Orijärvi, 32 Falun). Desamma ha delvis en, jämfört med moderbergarten föga förändrad, i ett fall, Falun, t. o. m samtidigt högre halt av femiska beståndsdelar och kvarts, delvis och övervägande äro de saliska, aplitartade och surare. Båda slagen förekomma såväl inom randzoner som i gångintrusioner.

Av speciellt intresse äro de ytterst extrema och samtidigt aplitiska plagioklas-kvartsbergarterna n:o 35 och 38. Av desamma utgör den senare (albit-gronofyr-randzon från Nyberget) en kemisk motsvarighet till de i leptitformationen rikligt representerade albitrika bergarterna. En i stor skala utvecklad dylik plagioklasaplitisk randzon torde även föreligga i den av Gavelin beskrivna vita gränszonen mellan Loftahammargranit och leptit-kvartsit.[2] Vidare exempel på dylika extrema vita plagioklas-kvarts-utsöndringar kunde ytterligare anföras från plagioklasgranitiska delar av gnejsgraniten N och NO om Falerum, där de ofta äro förhanden som mindre pegmatitiska

[1] Påpekas bör likvisst, att denna bergarts femiska mineral tillhöra ett mycket sent, metasomatiskt skede.

[2] S. G. U. Ser. C. 224, sid. 108—110.

eller aplitiska sliror och partier, ofta associerade med röda Or-rika sådana, som genomsätta de förra och visa sig tydligt yngre. Båda komponenterna kunna härvid antingen förekomma i en och samma massa, därvid ibland en skarp klyvning skett och plagioklaskomponenten utskilts utmed ränderna till omgivande gnejsgranit, medan Or-komponenten intar de centrala, sist stelnade delarna. I andra fall finner man båda species separat uppträdande i gnejsgraniten med redan angivna åldersrelation.[1] Även för den ytterst extrema natrongranofyren från Grythyttefältet skulle kunna tänkas att den vore att räkna hit. Emellertid är det kanske sannolikare, att den är att betrakta som en äldre intrusion, genetiskt härrörande ur den magma som levererat de kemiskt identiska hälleflintorna.[2] Denna bergart är därför uppförd å fig. 1 (punkt 3).

Det i kemiskt hänseende liksom beträffande differentiationen karaktäristiska för urgraniterna torde i det föregående blivit tillfyllest belyst. Såsom av detsamma framgår, och som redan framhållits, uppvisa desamma en långt gående uppdelning i fältspatkomponenterna kalifältspat och plagioklas, som särskilt starkt gör sig gällande i randbildningarna, men som även uppträder i större skala i de stora massorna, ehuru här mindre långt driven. Denna uppdelning illustreras ej blott av analyspunkternas allmänna horisontella spridning å diagrammet, utan motsvaras även av läget av analysorterna från de skilda områdena. Mest instruktiva äro i detta hänseende Upplandsgraniterna, vilkas orter bilda en kontinuerlig rad från den kalirika Vängegraniten till den extrema Rickombergagraniten samt med en kalkfattigare rad nå in i plagioklasgraniterna. En motsvarande rad bilda Åtvidabergsgraniterna (inkl. Ristengraniten). Det långa mellanrummet här mellan den kalirika gnejsgraniten och oligoklasgnejsgraniten utfylles delvis av fältets intermediära gnejsgraniter, som på grund av sin mineralogiska sammansättning kunna beräknas falla ungefär mitt emellan punkt 30 och 10 eller 30 och 5. Även analyserna från Orijärvi visa en likartad spridning. Tyvärr föreligga härifrån inga analyser av Or-rikare blandningar. Att dylika finnas har likvisst av ESKOLA framhållits.[3]

Ett område sedan gammalt känt för sin starka differentiation är Ornö Huvud. Av föreliggande analyser att döma (22—24) berör denna emellertid huvudsakligen proportionerna femiska beståndsde-

---

[1] Jfr motsvarande uppdelning i yngre pegmatiter, MÄKINEN. Bull. Comm. Finl. 35 sid. 16, ESKOLA, ibidem 40, sid. 39. H. E. JOHANSSON. G. F. F. **36**, sid. 122.
[2] Jfr G. F. F. **38**, sid. 279.
[3] G. F. F. **41**, sid. 208—209.

lar-anortit: kvarts-alkalifältspat med ringa anrikning av Or i de saliska och sura leden.[1]

Berörda förhållanden ha å diagrammet åskådliggjorts genom sammanbindande av de berörda områdenas analysorter med streckade linjer.

Förutom den horisontella spridningen finnes även en vertikal sådan, kombinerad med den förra, åstadkommande en lutning av differentiationslinjerna, övervägande åt Or-hållet (jfr speciellt Ornö-analyserna). Denna differentiation motsvarar den hos alla graniter under kristallisationen skeende anrikningen av kvarts-alkalifältspat på bekostnad av anortit och tidiga femiska mineral.

Till de allmänna frågorna beträffande differentiationens art och tydning återkommes i det följande.

Urgraniternas kemiska karaktär torde bland kända granitformationer vara ganska singulär. Närmast svara de mot den amerikanska Kordillerans graniter med de där dominerande plagioklasrika granodioriterna. Dessa motsvara delvis på det närmaste plagioklasgraniterna, i allmänhet synas de likväl vara något kvartsfattigare och mer femiska. I stort sett synas även Kordillera-graniterna vara kalkrikare. Mindre god är överensstämmelsen med den kaledoniska Trondhjemitgruppen, vilkens typiska och dominerande representanter äro än extremare plagioklastiska och kalkrikare.

En plagioklasrik, dock i jämförelse med plagioklasgraniterna Or-rikare grupp utgöra de alpina tonaliterna.

Av stort intresse är slutligen den kemiska frändskap, som förefinnes mellan urgraniterna och leptitformationens bergarter, liksom den överensstämmelse, de visa i differentiationsgrad. Uppdelningen i plagioklas- och Or-extrema spaltprodukter är blott i leptit-hälleflintbergarterna driven ytterligare långt, varjämte hela formationen har en mer salisk karaktär. Kemiskt sett skulle man kunna säga, att denna formation har en randzonskaraktär i förhållande till urgraniterna. Ehuru diskussionen av denna formations kemisk-petrografiska karaktär faller utanför ramen av detta arbete, har jag dock till jämförelse bifogat en sammanställning (diagram n:o 3), i vilken äldre, tillförlitligare och nyare leptit- och hälleflint-analyser sammanställts. Det visar likartade förhållanden med dem, som redan innehöllos i H. E. Johanssons för förståelsen av denna forma-

[1] Den å diagrammet medtagna Ornöitapliten är ej direkt jämförbar med graniternas serie, enär den synes utgöra en från densamma skild spaltprodukt av den dioritiska-gabbroida inre delen av massivet (jfr Högboms beskr. sid. 162).

tions kemi grundläggande arbete, till vilket ytterligare må hänvisas.[1]

Den likhet i kemiskt avseende, som föreligger mellan urgraniterna och leptiterna äro desto mer anmärkningsvärd, som de båda i berörda avseende bestämt skilja sig från de senare följande, stopingartade graniterna, både de arkäiska och rapakivibergarterna. Ävenledes föreligger en stor hiatus i tid mellan urgraniterna och de yngre arkäiska graniterna, varemot tidsrelationen mellan leptiterna och urgraniterna är tämligen obestämbar och ej behöver vara av motsvarande storlek (jfr sid. 552—53). Man är av dessa förhållanden frestad förmoda ett genetiskt samband mellan dessa båda formationer, vilket närmast skulle kunna uttryckas så, att urgraniterna utgöra djupfasen till leptiterna eller en fortsättning av den magma, som levererade desammas extrusiva material.

Ganska andra förhållanden möta vi i de *yngre graniterna*. Dessa äro till vida övervägande del intermediära graniter, å diagrammet anhopade omkring den vertikala mittlinjen. Blott i helt få fall avlägsna sig analysarterna avsevärdare åt plagioklaslinjens sida. Av dessa utgöras de flesta (2—4, 37) av dioritiska, basiska modifikationer, de båda övriga 44 och 43 dels av en grå salisk granit (mindre satellitmassiv) dels av en gångbildning. Rikligare och längre spridda ligga punkterna åt Or-hörnet. De här uppträdande graniterna utgöras till övervägande del av de fin-småkorniga Stockholms-Bohusgraniterna, vilka i förhållande till sin fältutbredning äro oproportionerligt rikligt företrädda i analysmaterialel. Endast i tvenne fall (33, Revsundsgranit och 60, Periögranit) ha de grövre, för gruppen speciellt karaktäristiska ögongraniterna befunnits ha en motsvarande Or-rik sammansättning. Ett isolerat och ur differentiationssynpunkt svårförklarligt läge intar den egenartade bruna Graversforsgraniten (24). Däremot ha i intet fall plagioklasgraniter av den för urgraniterna karaktäristiska arten anträffats inom denna grupp, ett mycket anmärkningsvärt faktum.

Bäst kända genom ett ganska stort antal analyser äro Smålandsgraniterna, vilka ju också inom här närmast avsedda området av landet bilda den största och mest kompakta massan. Bland desamma ha vid karteringen utskilts en mångfald varieteter, som i stor utsträckning belagts med lokalnamn. Man kan emellertid i enlighet med, vad som tidigare skett,[2] lämpligen sammanföra dem samtliga i trenne huvudgrupper, nämligen mer femiska och basiska, grå, medel- grövre korniga graniter, motsvarande de »grå Växiögra-

---

[1] G. F. F. 29, sid. 143.
[2] S. G. U., Ser. A_1, a, n:r 5. Översiktskartan av TÖRNEBOHM, bl. Tranås.

niterna», röda mer saliska och surare graniter, likaledes varierande mellan grövre och medelkorniga strukturformer, »röda Växiögraniter», samt ögongraniter, vilka sistnämnda efter TÖRNEBOHMS föredöme på grund av sin habituella likhet med Filipstadsgraniten i stor utsträckning belagts med dennas namn.[1] Mellan dessa habituellt och till övervägande del kemiskt olika grupper uppträda vidare alla mellanformer och övergångar. Till desamma komma ytterligare i mindre mängd uppträdande, finkorniga, röda eller grå, saliska, ofta porfyriska bergarter, som i allmänhet ha uppfattats som randfacies av röda Växiögraniter, men som även kunna bilda mindre områden inom mer basiska graniter. Å bl. Mjölby och Åtvidaberg ha dylika aplitiska bergarter befunnits vara något äldre än de grova, mer femiska graniterna och likaledes tyda de av BLOMBERG å bl. Boxholm och Vadstena beskrivna förhållandena på samma sak. I andra fall ha dessa bergarter uppfattats som yngre än de grova graniterna, därvid man huvudsakligen synes grunda denna uppfattning på mindre, genomskärande aplitgångar. Såsom en allmän anmärkning till dessa aplitiska eller aplitporfyriska utskillningar torde kunna sägas, att de sannolikt i regel torde utgöra tidigt stelnade och delvis av magmahuvudmassan intruderade randzonsbildningar, vare sig de f. n. äro bundna till en synlig kontakt eller ligga som oregelbundna partier och områden inne i granitmassiven (å deras yta).[2]

Beträffande åldersrelationen mellan de utskilda typerna är f. ö. att tillägga, att i stort sett de surare röda Växiögraniterna äro yngre än de mer basiska och femiska grå graniterna och ögongraniterna.

Till beteckningen »filipstadgranit» för de här uppträdande ögongraniterna må vidare den anmärkningen fogas, att användandet av denna term här ur petrografisk synpunkt ej är fullt korrekt, enär enligt de föreliggande analyserna en rätt väsentlig skillnad nästan genomgående föreligger mellan denna bergart i Bergslagen och de småländska ögongraniterna framför allt beträffande kalihalten (högre i Filipstadgraniten), men även i kvartshalten (likaledes högre i Bergslagsbergarten). Det vore därför lämpligt att begränsa denna term till originalområdena i Bergslagen och till nära liggande trakter, i den mån graniterna här visa sig ha likartad sammansättning. För ifrågavarande bergarter i Småland är beteckningen ögongranit tillräcklig.

[1] HUMMEL betecknade tidigare i bl. Huseby och Växiö dessa graniter som Örebrogranit.

[2] Jfr utom de redan refererade arbetena rörande denna sak H. HEDSTRÖM, beskr. bl. Eksjö, sid. 27.

Till de nämnda granitgrupperna komma slutligen en del ännu föga kända kvartsmonzonitiska och kvartssyenitiska, delvis finkorniga, delvis ögonförande facies, som sid. 565 blivit berörda. De synas vara att uppfatta som relativt tidigt och ytligt stelnade facies av huvudgranitmagman.

Till sin kemiska karaktär bilda Smålandsgraniterna en mycket homogen grupp, i det de i alla sina faser ha intermediära plagioklas-kalifältspatförhållanden. Analysorterna bilda ett kontinuerligt strök eller en zon å diagrammet från de basiska ögongraniterna 2—5 och den grå Växiögraniten n:o 1 ned till trakten av vertikala mittlinjen vid 3—6 % An. Differentiationsgången kan i stort sägas följa den streckade linje, med vilken de från bl. Tranås hämtade analysernas orter förenats. Den innebär en med sjunkande An-halt minskad halt av femiska beståndsdelar, i allmänhet samtidig ökning av kvarts, men samtidigt föga förändring i förhållandet Or : plagioklas. De största variationerna i detta avseende föreligga mellan punkterna 11 och 12 (röda saliska graniter fr. bl. Oskarshamn, »Götemar» och »Tuna»-typerna), som innebära en viss klyvning i Or och Ab, men vilka likväl ej äro längre avlägsnade från mittlinjen, än att de alltjämt kunna räknas som intermediära. Motsvarande mest differentierade punkter bland de mer basiska leden äro ögongraniterna 3—4 och 5 (ävenledes från bl. Oskarshamn).

Ett anmärkningsvärt drag, speciellt beträffande de mer femiska leden av ungefär samma An-halt som urgraniternas plagioklasgraniter, är den allmänna aluminiumbristen (se tabellen) som mineralogiskt tar sig uttryck i utbildande av hornblände, som i de grå Växiögraniterna liksom i ögongraniterna är ett mycket allmänt, karaktäristiskt mineral. De föreliggande analyserna av grå Växiögraniter (n:o 1, jämte en ej medtagen analys av rent dioritartad bergart från bl. Huseby) äro ej tillräckliga för bedömandet av den kemiska skillnaden mellan desamma och de ögonstruerade typerna. Sannolikt äro de grå medelkorniga Växiögraniterna i genomsnitt något mer basiska och An-rikare än de senare, någon större åtskillnad synes att döma av beskrivningarna dock ej finnas. Ögonutbildning finnes i graniter av en An-halt av 15 % och uppåt. Den gynnas synbarligen av en ej alltför sur (oligoklas- à andesinartad) sammansättning av plagioklasen, som förorsakar ett hiatus i kristallisationen och ett tidigare utskiljande av plagioklasen, samtidigt som denna fältspats bättre kristallisationsförmåga gynnar uppkomsten av talrikare och mindre individer, varigenom motsättningen mellan mellanmassa och ögon skärpes. I de surare leden tenderar fältspaten att bli homogen pertit.

I viss mån avvikande från graniterna äro de ej sällan uppträdande syenitiska faciesbildningarna av bergartsmassan. Desamma uppvisa emellertid en relativt hög halt av An och av femiska mineral. Verkliga alkalina syeniter föreligga ej inom analysmaterialet. Den mest extrema kända syeniten torde den av HEDSTRÖM i berggrundsblad 5, beskrivna Gåsabo-syeniten i Blekinge utgöra. Den ber. kvartshalten är här = 2.4 %. Även i de föreliggande båda analyserna av hithörande bergarter är det intermediära Or-plagioklasförhållandet bibehållet (analyser 25 och 26).

Av hithörande små-finkorniga graniter föreligga blott två analyser, n:o 21—22 (den förra mindre område i ögongranit, bl. Oskarshamn). Den förra visar en ganska stark kali-anrikning jämfört med bladets ögongraniter (2—5). Anmärkas må emellertid, att av den ögongranit, i vilken den finkorniga graniten uppträder, analys saknas. Sannolikt utgöra dessa röda graniter representanter för de äldre aplitbergarterna.

Till Smålandsgraniterna ansluta sig nära de förefintliga analyserna av Filipstad- och Järna-grupperna (n:o 27—29 och 30), likväl med en ej oväsentlig dragning åt kalihållet. De tre analyser av Filipstadgranit, som föreligga, och som äro tagna på vitt skilda orter, visa, att denna bergart i sin typiska utbildning är av mycket likformig beskaffenhet. Tyvärr föreligga varken från denna eller från den vitt utsträckta Järnagraniten några analyser av mer basiska och mer saliska varieteter, ej heller av de med dessa graniter associerade, finkorniga mer saliska, delvis aplitartade och muskovitförande småmassiven. Såsom redan framhållet, torde i dessa någon förskjutning i fältspatförhållandet till kalifältspatens förmån föreligga, dock har jag endast i ett fall anträffat en extremare mikroklingranit. Den muskovit, som uppträder i dessa bergarter har i stor utsträckning bildats på bekostnad av plagioklasen, ofta i grova idiomorfa eller lappigt utbildade individer, som utesluta möjligheten av en ren vittrings-sericit-bildning. Den måste tydas som en seneller eftermagmatisk bildning, vilket ju även väl passar till graniternas saliska karaktär, och som tyder på en i jämförelse med huvudmagman hög vattenhalt.

Ävenledes ännu föga känd till sin kemiska beskaffenhet är Revsundsgraniten med dess olika modifikationer. Av de tre tillgängliga analyserna falla tvenne (31 och 32, mer femiska, grå varieteter) inom Smålandsgraniternas område, den tredje (röd salisk varietet) är betydligt kalirikare, angivande en rätt stark uppdelning i magman. Ett intermediärt läge mellan de redan nämnda intaga de

tvenne analyser av grå, finkornig, salisk granit av Stockholmstyp, som föreligga från Ångermanland (34—35). Beträffande dessa graniters ålder, huruvida de i sin helhet äro yngre än Revsundsgraniten, stå vi ännu i tvivelsmål. Enligt HOLMQVIST variera de mycket till sin sammansättning, och även hornbländeförande former förekomma.[1] HÖGBOM uppfattar dem såsom modifikationer av Revsundsgraniten dock med framhållande av deras delvis självständiga uppträdande.[2] Beträffande den i dessa graniter allmänna och delvis mycket höga muskovithalten, med vilket mineral här ibland även är kombinerad turmalin, gäller samma anmärkning, som ovan gjorts beträffande de till Filipstad- och Järnagruppen anslutna småkorniga graniterna.

De återstående, samtliga tidigare till den serarkäiska gruppen förda graniterna kunna lämpligen uppdelas i tvenne grupper: Grova ögongraniter (Karlshamns- och Fellingsbrograniter) med tillhörande pegmatitiska och små-finkorniga, huvudsakligen i grovgranitmassivens omgivningar uppträdande graniter, samt de isolerat uppträdande Stockholms- och Bohusgraniterna. Härtill kommer ytterligare Perniögraniten, en kalirik, i stor utsträckning grovt ögonstruerad typ, som enligt ESKOLA i olika strukturformer och med mycket jämn sammansättning har stor utbredning i södra Finland. Till sin kemiska sammansättning svarar den nära mot Bohusgraniten, men är något mer salisk än denna.

De båda förstnämnda granittyperna äro tyvärr ofullständigt kända. Enligt de tre föreliggande analyserna (36—38) varierar Karlshamnsgraniten i olika femiska varieteter från en basisk kvartsdioritisk granit till tämligen kalirik, salisk sådan, vilket skulle innebära en något större förskjutning inom Or-Ab-förhållandet med stigande aciditet än hos Smålandsgraniterna, till vilka den likväl kemiskt på det närmaste ansluter sig. De grå, små-finkorniga, ofta något porfyriskt struerade graniterna (Spinkemålagraniter) som genetiskt torde sammanhöra med ögongraniterna, överensstämma enligt HEDSTRÖM petrografiskt med den av BÄCKSTRÖM från Västanåfältet beskrivna Halengraniten (n:o 39), som är nästan identisk med den saliska och sura Karlshamnsvarieteten.

Av de sex publicerade analyserna av Fellingsbrogranit ha på grund av brist på skiljande av alkalierna samt på grund av alltför höga aluminiumöverskott 5 st. måst förkastas. Den sjätte (n:o 40) kan enligt HOLMQVIST anses såsom normgivande för bergarten. Denna

---

[1] Bull. Upsala VII, sid. 144.
[2] S. G. U., Ser. C, 140, sid. 28 och 30.
[3] Ibid. 177, sid. 8.

kan kemiskt betecknas som en salisk och något kvartsrikare variant av Filipstadgraniten. Den analyserade pegmatitiska fasen (n:o 41) skulle enligt HUMMELS analys vara betydligt anrikad på natron och fattigare på kalk, men i övrigt ganska lik ögongraniten. Emellertid behöver denna fråga ytterligare belysas.

Stort intresse erbjuda tvenne från NW-randen av Fellingsbromassivet utförda analyser (n:o 42 och 43). Bergarten omnämnes som en »tämligen finkornig Örebrogranit». Å kartan är den som ett litet utspringande parti förenad med stora massivet. Alldenstund mellanliggande hällar saknas, är det emellertid möjligt, att ett litet satellitmassiv föreligger. I båda fallen måste dock bergarten betraktas såsom en randbildning. Analyserna hänföra sig, den ena (42) till den småkorniga graniten, den andra (43) till en i densamma uppsättande salisk gång. I den förstnämnda föreligger en extrem kalibergart, dock mer femisk än moderbergarten, i gången är bergarten en lika extrem natronbergart. I båda är An-halten likartad. [1]

De småmassiv av fin-småkornig typ, grå och röda, som uppträda i trakten av Fellingsbromassiven, kunna betecknas som saliska differentiationsprodukter av ungefär samma art som de till Filipstad-Järna-massorna anknutna. Analysorterna visa likväl en ej oväsentlig spridning (44—47) samt i jämförelse med Fellingsbrogranitanalysen en anriktning av natrium. Över huvud taget tyda föreliggande fakta beträffande de till Fellingsbromassiven anknutna ytliga bildningarna (pegmatit, småkorniga lokalgranitmassiv, randfacies) på en ganska starkt kemiskt uppdelad karaktär.

Jämfört med de föregående en väsentligt avvikande, men sinsemellan likartad kemisk typ erbjuda Stockholms- och Bohusgraniterna. Deras av HOLMQVIST betonade extrema kalirikedom tar sig tydligt uttryck i diagrammet genom analysorternas starka förskjutning åt Or hållet. Mest extrema äro Stockholmsgraniterna (48—53), medan Bohusgraniten med trenne analyser (54—55 och 58) ännu faller inom eller tangerar Växiö-Filipstadgraniternas område och med de tre återstående analyserna bildar ett mellanled mellan dessa och Stockholmsgraniterna. Dessas huvudmassa torde falla omkring punkterna 48 och 49, vilka representera genomsnitt av fyra analyser av nyare datum. De fyra mest extrema bergarterna ((50

[1] Beträffande analyserna må anmärkas, att orsaker dock föreligga att förmoda, att det extremt polära läget av punkterna i någon mån kan bero på felbestämningar av alkalihalterna. Sålunda förefinnas i båda avsevärda dispropotioner beträffande aluminium med 1.57 % överskott i 42 (den kaliextrema) och 0.80 % underskott i 43 (den plagioklasrika gången). I ett förefintligt slipprov av den senare är även plagioklashalten ej i mot analysens siffror svarande mängd förhanden. Att en uppdelning föreligger, torde dock ej kunna frånkommas.

—53) äro även de, i vilka de av HOLMQVIST redan diskuterade, svårförklarliga Al_2O_3-överskotten (5.06—6.80 %) äro tillfinnandes. Man kan här misstänka, att felaktigheter insmugit sig i skiljandet av alkalierna. I motsvarande nyare analyser hålla sig nämligen överskotten inom de rimliga gränserna av 0.4—0.6 %. I tvenne av hithörande bergarter (52—53 fr. bl. Hörningsholm) torde muskovit ha varit närvarande. De i småmassiven i denna trakt uppträdande graniterna äro nämligen allmänt muskovitförande med ej ringa halt av detta mineral, dock ej tillnärmelsevis så stor, att aluminiumöverskottet därmed skulle kunna förklaras. Tillsvidare torde man därför ha skäl att ställa sig skeptisk beträffande dessa abnormt extrema kalihalter. Över huvud taget står ej heller den tidigare av GEIJER[1] betonade ofta relativt höga plagioklashalten i Stockholmsgraniten i god överensstämmelse med de föreliggande analyserna. Man kunde därför förmoda, att även plagioklasrikare blandningar, än de i analyserna representerade föreligga, och att Stockholmsgraniten i genomsnitt ej är fullt så extrem, som det utförda analysmaterialet anger, även efter uteslutande av de diskuterade osäkra analyserna.

Till sin petrografiska karaktär f. ö. kunna Stockholms- och Bohusgraniterna betecknas som ganska saliska magmabergarter. Kännetecknande för desamma är rikedom på utsöndrade pegmatit- och aplitsekret. Särskilt rikliga äro sådana i Stockholmsgraniten, där de delvis tagit formen av den egendomliga av GEIJER beskrivna fläckigheten.[2] Denna aplit-pegmatit-utsöndring torde stå i samband med magmans ytliga läge (jfr. nedan) och den därmed följande relativt hastiga avkylningen, varemot även den finkorniga strukturen svarar. Sannolikt står den även i samband med en relativt hög gashalt, varpå även bl. a. den nedan nämnda muskovitbildningen tyder. Detta mineral är i själva Stockholmsmassivet inkl. småmassiven W och N därom mindre vanligt, men uppträder dock sporadiskt i grövre fjäll, som ej kunna ställas i samband med sericitbildningen i plagioklasen. I de redan omnämnda småmassiven å bl. Hörningsholm är det däremot allmänt och ganska rikligt för handen, utbildat i delvis grova, lappiga blad. Med denna muskovitbildning, som även här huvudsakligen utspelats i plagioklasen, synes den i dessa bergarter rikligt förekommande myrmekitbildningen stå i genetiskt samband.

Sammanfattande kan alltså beträffande de beskrivna serarkäiska graniterna sägas, att de delvis (Karlshamns- och Fellingsbrograni-

[1] G. F. F. 35, sid. 125.
[2] G. F. F. 35, sid. 123 och BULL. Uppsala. VIII, sid. 190.

ter) med sina grova huvudmassor på det närmaste kemiskt ansluta sig till de geografiskt närbelägna granitmassorna av Växiö-Filipstad-gruppen. Delvis (Stockholms- och Bohusgraniter) intaga de kemiskt en viss särställning. Om man därför på grund av de kemiska förhållandena skulle vilja utsöndra en speciell grupp, borde denna omfatta de båda sistnämnda.

Å andra sidan ha dessa båda graniter ej en sådan sammansättning, att de kunna utskiljas till en magmaformation för sig. Deras petrografiska beskaffenhet motsvarar närmast en salisk »avdifferentierad» massa, jämförbar med den i de till grova granithuvudmassorna anslutna, randligt eller satellitiskt uppträdande finkorniga graniterna. Deras uppträdande angiver vidare på det tydligaste ett dylikt randligt eller satelliskt läge. För Bohusgraniten antyda t. o. m. de av HOLMQVIST anförda gränsförhållandena mot gnejsen en möjligen delvis lakkolitisk karaktär av granitmassan. Om man därför på dessa graniter tillämpar erfarenheterna från de djupare blottade delarna av de yngre graniterna, ledes man till att under de förra förmoda en batylitmassa av ungefär den sammansättning, som Filipstadgraniten äger (jfr sid. 566—67).

Det har i det föregående framhållits den beträffande Or-plagioklas-förhållandet betydligt mindre differentierade karaktären av de yngre stopingartade granitmagmorna. Detta är ej så att förstå, att differentiation i berörda avseende inom dessa skulle saknas, men till sina huvudmassor visa de en jämfört med urgraniterna påfallande ringa spaltning. Däremot finner man i randbildningarna, till vilka de finkorniga, med de stora massiven geografiskt associerade granitfacies här räknas, en starkare uppklyvning, motsvarande den hos urgraniterna, ehuru mindre långt driven. Tills vidare äro plagioklasrika spaltprodukter av samma extrema karaktär som hos de senare ej kända.

Det skulle föra för långt att i denna korta sammanställning närmare ingå på frågan om orsakerna till den i graniterna skedda differentiationen. Blott ett par omständigheter beträffande densamma må här anföras. Man kan i denna process urskilja ett genomgående drag, nämligen den med anrikningen av alkalier och kiselsyra samtidigt skeende avseparationen av anortit och tidiga femiska mineral. Denna för magmor i allmänhet karaktäristiska differentiation kan och bör enligt min mening uppfattas och förklaras som en kristallisationsfraktionering. Densamma innefattar huvudgången av den skedda differentiationen i bägge gruppernas graniter. Under denna process har i allmänhet skett en större eller mindre

anrikning av kalium jämfört med natrium, beroende på Or-fältspatens sena kristallisationstid och albitens i högre eller lägre grad skeende förbrukning vid den tidigare plagioklasbildningen.

Svårförklarliga bildningar ur fraktioneringssynpunkt kunna kvartsfattiga och samtidigt An-fattiga syenitiska faciesbildningarna synas vara. Vilken roll för dessa magmors alstrande anrikningen av på hydrolytisk väg avspaltade, alkalirika molekyler av den av BOWEN antydda arten[1] spelat, är ännu ej tillräckligt klargjort. Att dylika processer i magmorna vid och omedelbart efter deras stelning ske, torde dock f. n. kunna anses bevisat. Även återstår här att tillse, vilken roll bland de relativt rikligt förhandenvarande femiska mineralen sent utkristalliserande silikatbildningar spela. En magma av exempelvis den art som den malmförande kvartssyenitiska gnejsgraniten vid Åtvidaberg måste sålunda, trots sin ganska femiska karaktär uppfattas som ett mycket sent kristalliserande avdifferentiat ur de plagioklasrikare gnejsgraniterna (jfr biotitens extrema järnoxidulhalt och sena bildningstid). Även kan den jämfört med förhållandena i plagioklasgraniterna något lägre SiO_2-halten förklaras genom en anrikning av från de senare vid biotitbildningen avspaltade alkalioxider, som i förening med i restmagman förefintligt aluminium anrikat densamma på alkalifältspat på den fria kvartsens bekostnad och samtidigt sänkt den totala SiO_2-haltens relativa kvantitet.

De Ca-rikare syenitiska bergarterna såsom ex. de ofta bland Smålandsgraniterna uppträdande kvarts-syenitiska modifikationerna äro tydligen att betrakta som mellanled, fixerade under kristallisationsfraktioneringen gabbro-monzonit-kvartssyenit-granit, och kvartsens till granitslutstadiet skeende anrikning står här i överensstämmelse med fraktioneringsprincipen. Dessa bergarter ha samtidigt en relativt hög An-halt och hög kvantitet av tidiga mörka mineral.

Förutom denna fraktioneringsdifferentiation har emellertid i vissa fall även skett en uppdelning av alkalierna samt en anrikning av albit, alstrande albitrikare facies än huvudmagmorna, delvis och speciellt hos urgraniterna av ytterst extrem karaktär. Denna differentiation är nästan uteslutande känd från rand- och injektionsbildningar av graniterna, i de extremare fallen av salisk aplitisk-pegmatitisk karaktär.[2] Det skulle för förklaringen av dessa förhållanden kanske förefalla enklast att tillgripa tanken på likvation. Lik-

[1] Journ. Geol. Vol. 23, 1915 suppl.

[2] I de få fall, där natronrikare facies föreligga i det inre av massiv eller på avsevärt avstånd från kontakt (sid. 570), saknas för bedömandet av det relativa läget till magmahuvudmassan närmare utredning, liksom delvis (bl. ENGELSBERG) denna senares allmänna sammansättning ej är känd.

väl bör först prövas, huruvida ej en annan lösning är möjlig. För de fall av uppdelning i fältspatkomponenter i pegmatit aplit-bildningar, som jag lärt känna (sid. 570), och därvid de uppkomna delbildningarna fixerats in situ, är processen förklarlig som ett kristallisationsfenomen. Ett under kristallisationen skeende utpressande av restmassan skulle vidare lämna förklaring till det separata uppträdandet av de båda pegmatit-aplit slagen i skilda gångar och sliror, liksom till deras relativa ålder. Till samma resultat beträffande orsaken av uppdelningen i de av honom beskrivna pegmatitgångarna synes ESKOLA ha kommit, liksom JOHANSSON uttalat en likartad åsikt, som förklaringsgrund för de av honom beskrivna pegmatiternas zonala byggnad.[1]

Slutligen kan man för albitanrikningen i allmänhet i kontaktzoner ifrågasätta, huruvida ej hydrolytiska processer av samma art, som nyss berörts, och som av GOLDSCHMIDT i hans Stavangerarbete nyligen diskuterats, spelat en viktig och avgörande roll. Ett närmare studium av inverkan på sidostenen, huruvida ej densamma i högre grad påverkats av emanerade lättlösliga natronföreningar borde kunna lämna ett viktigt bidrag till denna frågas bedömande.

Den förändring av restmagman, som vid en förklaring förmedelst kristallisationsfraktionering kontinuerligt sker, måste förutsättas påverkas av de yttre förhållandena vid stelnandet. Sålunda leder en hastigare avkylning till ett rikligare avsöndrande av salisk sur restlösning, samtidigt som emellertid anrikningen av Or-komponenten blir mindre och lutningen av differentiationslinjen i triangeln blir skarpare. Ett snabbt undanskaffande av de utskilda kristallerna leder för restfältspatens del till samma resultat. Ett försvårande av kristallernas frånseparering föranleder i motsats härtill en längre driven utjämning mellan den tidigare (An-rikare) plagioklasen och restmagman, därvid Or-komponenten anrikas i restmagman, och förloppet av differentiationslinjen å fältspatdiagrammet förflackas. Även torde magmans halt av flyktiga beståndsdelar utöva en likartad inverkan, i det desamma nedsätta viskositeten och underlätta resorbsionen av de tidiga mineralkomponenterna.

Dylika huvudsakligen yttre omständigheter torde få förutsättas ha bidragit till den förefintliga skillnaden i differentiationshänseende mellan de båda granitgrupperna. Den hos urgraniterna större horisontella spridningen av analysorterna beror givetvis redan på den plagioklasrikare genomsnittssammansättningen, i det en dylik a priori

---

[1] Sid. 571 anf. arbeten.

kan förutsättas lämna kemiskt vidare skilda ändprodukter än en intermediär sådan. Tänkbara processer, som spelat in, förorsakande det övervägande flacka fallet av differentiationen (stark Or-anrikning) i urgraniterna, äro framför allt tektoniska rörelser och därmed följande rörelse i den i begynnande kristallisation befintliga magman, som hindrat och fördröjt kristallernas sjunkande. Även må ytterligare anföras urgraniternas genom omfattande malmbildning och metasomatiska omvandlingar manifesterade höga gashalt. Däremot tyder den i båda grupperna även hos mer An-rika led relativt ringa zonarbyggnaden av plagioklasen på en i båda tämligen likartad och långsamt skeende avsvalning. Möjligen kan man säga att denna struktur är något kraftigare utbildad i de yngre graniterna än i urgraniterna, tydande på en större stelningshastighet i de förra än i de senare.

Det må i detta sammanhang slutligen påpekas, att i likhet med urgraniterna visa de med desamma beträffande sammansättningen jämförda kaledoniska och tertiära graniterna, som ävenledes äro syntektoniska, en långt gående uppdelning i Or-rika och Or-fattiga led.

Av stor betydelse för lokaliserandet av differentiationsprodukterna ha granitmassivens kontakter och speciellt de övre kontakterna varit. Vid och utmed desamma ha såväl tidigare differentiationsstadier fixerats, som ur magman separerade saliska differentiat anrikats. Detta förhållande är tydligt såväl beträffande de yngre batyliterna, liksom för urgraniterna, där deras tektoniska läge är utrett. Det står vidare i överensstämmelse med den uppfattning av magmamassornas utveckling, som Daly och Bowen[1] framställt och den dominerande betydelse för differentiationen, som enligt dessa autorer gravitationen spelar.

Det har synts mig av intresse, att till de gjorda sammanställningarna av de arkäiska graniterna även i korthet foga en dylik av de postarkäiska *rapakivigraniterna*. Till sitt uppträdande äro även dessa stopingartade magmor. Snittet av desamma är delvis, speciellt beträffande de svenska förekomsterna mycket ytligt. Djupare inskurna synas de finska områdena (Viborgs-, Nystad- och Pitkäranta-områdena) vara.

Det föreliggande materialet av analyser från rapakiviområdena är ganska ofullständigt och delvis mindre tillförlitligt. I ett par fall (n:o 7 och 8) föreligga omständigheter, som tyda på, att analys-

---

[1] Ref. arbeten och vidare diskussion i Journ. Geol.

materialet ej varit fullt friskt, i åter andra (4—6, samtliga av bergarter från Viborgsrapakivin) äro analyssummorna allt för höga eller för låga. Vidare äro de olika områdena i förhållande till sin kvantitativa betydelse högst olika representerade, i det ex. från Rödöområdet en utförlig serie av intressanta gångbildningar äro utförda, medan analysmaterialet från de stora finska massiven är sparsamt.

Om vi bortse från de såsom mer osäkra betecknade analyserna av Viborgsgraniten, falla samtliga större förekomster av rapakivin (Viborgs-, Nystad-, Pitkäranta-, Åland-, Nordinggrå-massiven, delvis även Rödön) inom det av analysorter tätt besatta området till vänster om vertikalmittlinjen. Detta skulle alltså motsvara rapakivins allmänna sammansättning. I förhållande till de yngre urgraniterna innebär detta läge någon förskjutning åt Or-hållet. Det är samtidigt tämligen genomgående en ganska An-fattig och sur, salisk sådan. Som HOLMQVIST[1] framhållit, och som de såsom osäkra betecknade analyserna antyda, torde emellertid även kalkrikare och mer femiska varieteter uppträda, som f. n. äro dåligt representerade i analysmaterialet.

Av stort intresse äro de från Rödöområdet utförda analyserna. Av de samma representerar n:o 12 granitens huvudmassa. N:o 13 representerar porfyriskt struerade, skarpare-oskarpt avgränsade gångbildningar i den förra, till stelningstiden yngre. Såsom synes föreligger en ganska stark anrikning av kalium i den senare. Å diagrammet ha dessutom även inlagts de sura porfyrgångarna, som mest uppträda i omgivande gnejs, men även i graniten. De bilda en ganska spridd rad från 18 till 19, samtliga anrikade på Or i jämförelse med huvudbergarten. För så vitt de albitiska smågångarna i diabasen tillhöra rapakivigranitens gångsystem, skulle de utgöra en extrem Na-pol till de kalirika representanterna. Förhållandena synas emellertid ej utesluta möjligheten av, att dessa gångar utgöra saliska sekret ur diabasmagman.

Förhållanden, som framgå vid ett jämförande av de tre granitdiagrammen och tillhörande tabeller, och som äro värda ett påpekande, äro, dels den i bergarterna med sjunkande ålder ökade genomsnittliga kalihalten, dels den samtidigt minskade aluminiumhalten, vilket senare i de yngre bergarterna tar sig uttryck i allmännare och ökade aluminiumunderskott. Dessa förhållanden, som bäst framträda vid en jämförelse av gruppernas mindre saliska och

---

[1] BULL. Upsala VII. sid. 94.

An-rikare led,[1] kunna ej förklaras som resorbsionsresultat i de yngre magmorna, utan måste anses bero på primära egenskaper hos magmorna. Beträffande de allmänna aluminiumöverskotten i urgraniterna har man likvisst tvenne möjligheter att taga hänsyn till, dels att de ursprungligen tillhört magman, dels att de kunna vara följden av eller ökats genom i densamma skeende hydrolys. Aluminiumrikedomen skulle under dylika omständigheter stå i samband med magmans vattenhalt.

Själva faktum av allmän hög aluminiumhalt i urgraniterna synes mig vara av speciellt intresse, enär det ställer frågan om den i dessa bergarter ibland förekommande granathalten liksom frågan om våra granatgnejsers genesis i allmänhet i ny belysning. Detta faktum synes mig innebära möjlighet till en enklare och sannolikare förklaring av desamma, än de som tidigare framställts (djup metamorfos av vittringssediment eller av ordinära graniter, i senare fallet med samtidig regional alkaliutlakning). Det såsom för dessa gnejser säreget ansedda draget, den höga Al_2O_3-halten, är sålunda en för urgranitgruppen i dess helhet utmärkande egenskap. Den är blott i de granatförande delarna (primärt eller på grund av högre H_2O-halt) starkare utvecklad än vanligt.

Den sörmländska granatgnejsens sannolikt primärt granitiska genesis framhölls, som bekant, först av HOLMQVIST i kongressguiden över Stockholms skärgård 1910 samt i föredrag inför Geologiska Föreningen samma år. Att i norra Östergötland uppträdande, likartade gnejser ävenledes äro eruptivbildningar, tillhörande urgraniterna härstädes, samt att aluminiumöverskottet i desamma torde vara primärt, har nyligen framhållits av B. ASKLUND i hans redan refererade föredrag.

[1] Inom de surare och mer saliska leden kan i alla grupperna förmärkas en anrikning av aluminium, något som torde stå i samband med den samtidiga H_2O-anrikningen.

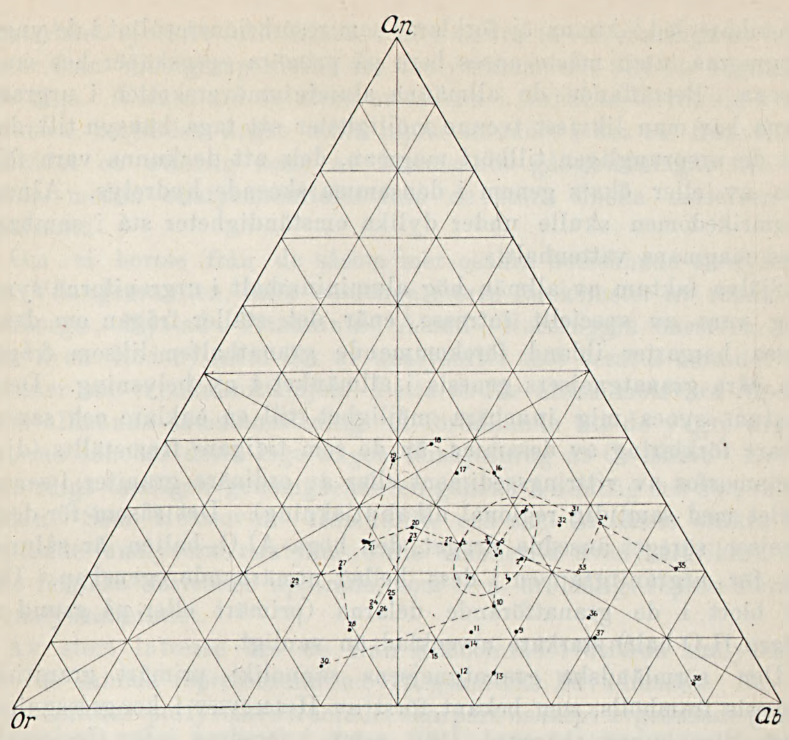


Diagram 1. Urgraniter. Öppna ringar i detta och de följande diagrammen avse mindre satellit- och gånginjektioner samt randfacies.

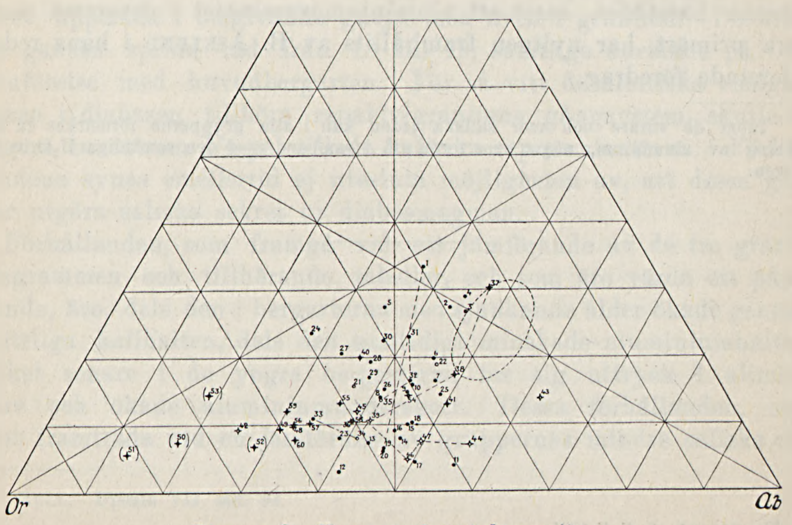


Diagram 2. Yngre stopingartade graniter.

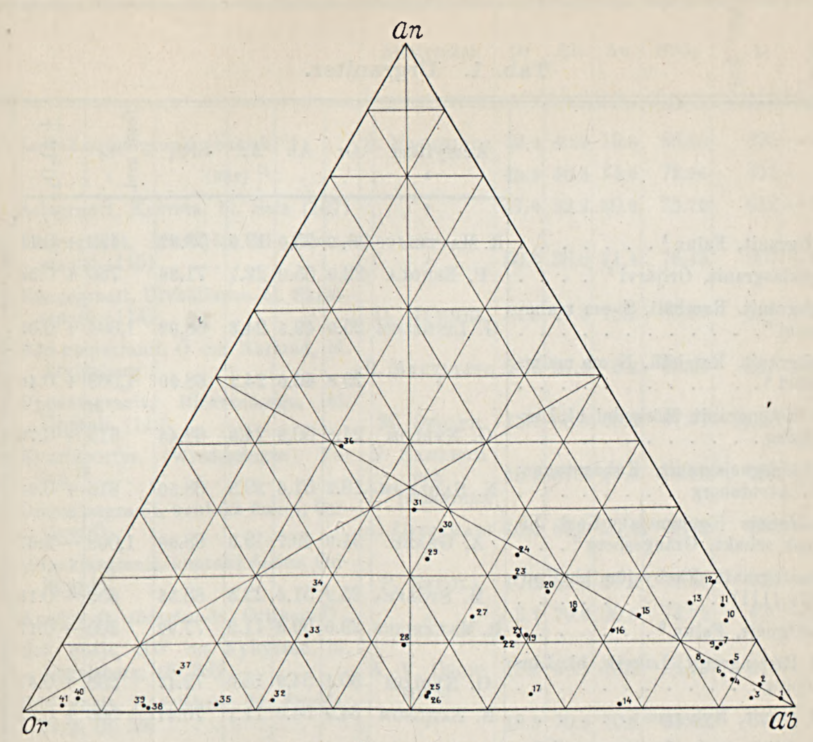


Diagram 3. Leptit-hälleflinta.

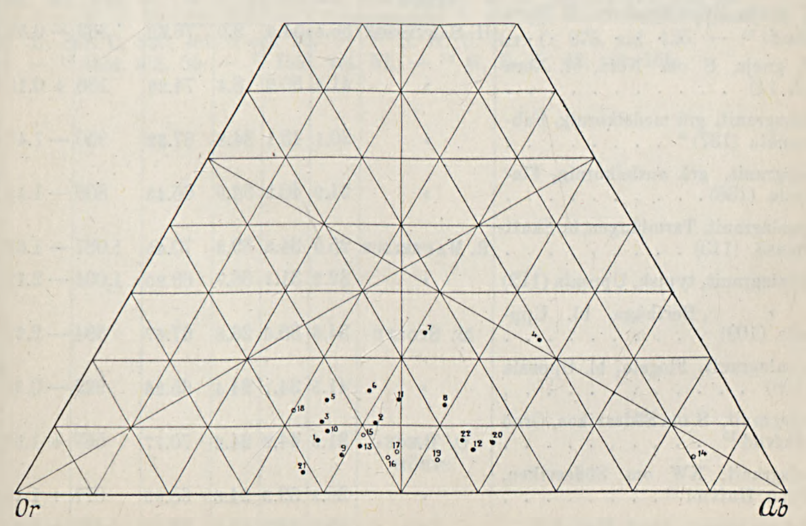


Diagram 4. Rapakivi-graniter.

Tab. 1. Urgraniter.

	Analytiker	Or	Ab	An	SiO_2	Σ fem. mol.	± Al_2O_3	
1. Gnejsgranit, Falun [1]	R. MAUZELIUS	26.0	55.0	19.0	73.82	472	+ 0.11	Oligoklasgraniter
2. Oligoklasgranit, Orijärvi [2]	P. ESKOLA	22.9	55.0	22.1	71.36	760	+ 0.24	
3. Gnejsgranit, Ramhäll, S om malmfältet [3]	G. LINDROTH	25.9	49.5	24.6	68.02	1,004	+ 0.03	
4. Gnejsgranit, Ramhäll, N om malmfältet [4]	»	29.8	46.0	24.2	68.90	1,069	+ 0.40	
5. Grå Ristengranit, Mörkedal, bl. Linköping	G. NYBLOM	24.8	50.9	24.3	68.45	615	+ 0.70	
6. Oligoklasgnejsgranit, Kohagstugan, bl. Åtvidaberg	N. SAHLBOM	19.2	51.6	29.3	68.50	616	+ 0.94	
7. Granitgnejs (ögongnejs), Karl Johans schakt, Grängesberg [5] . . .	A. GRABE	31.0	49.7	19.3	68.96	1,009	— 1.07	
8. Uppsalagranit, Ekebysjön, bl. Uppsala (111)	M. STOLPE	25.9	51.6	22.5	68.53	659	+ 0.15	
9. Granitgnejs, Falun [6]	R. MAUZELIUS	29.0	59.8	11.2	77.92	205	— 0.17	Saliska facies av oligoklasgraniter
10. Röd Ristengranit, Lakvik, bl. Linköping	G. NYBLOM	30.1	54.9	15.0	72.47	258	+ 0.67	
11. Röd granit, Nyberget [7]	N. SAHLBOM	34.9	54.0	11.1	70.41	500	+ 0.25	
12. Röd salisk gnejs, Lomberget, Grängesberg [8]	A. GRABE	39.8	55.7	4.5	77.28	239	+ 0.43	
13. Ornöit-aplit, Ornö Hufvud [10] . . .	O. BÆCKSTRÖM	35.1	60.0	4.9	65.02	—	+ 0.91	
14. Röd gnejs, Svartjärnstorp, bl. Nora (S. 4)	H. SANTESSON	36.4	54.6	9.0	76.62	332	— 0.59	
15. Röd gnejs, S om Nora, bl. Nora (S. 14)	»	41.4	50.2	8.4	74.29	186	+ 0.18	
16. Tvingsgranit, grå medelkornig, Fabbemåla (137) [9]	»	20.1	45.1	34.8	67.32	950	— 1.47	Dioritiska graniter
17. Gnejsgranit, grå medelkornig, Flakulla (136)	»	24.9	40.2	34.9	66.43	800	— 1.18	
18. Uppsalagranit, Tarmlången, bl. Skattmansö, (113)	R. MAUZELIUS	25.9	34.8	39.3	70.45	1,087	— 1.62	Intermediära graniter
19. Uppsalagranit, typisk, Uppsala (112)	»	32.2	31.1	36.7	69.95	1,034	— 2.12	
20. » , Berthåga, bl. Uppsala (109)	M. STOLPE	34.6	38.6	26.8	67.67	894	— 2.22	
21. Uppsalagranit, Flogsta, bl. Uppsala (108)	»	41.5	34.1	24.4	65.26	929	— 0.33	
22. Gnejsgranit, S om Söderviken, Ornö Hufvud [10]	O. BÆCKSTRÖM	31.6	44.2	24.2	70.77	567	+ 1.53	
23. Gnejsgranit, NW om Söderviken, Ornö Hufvud [10]	»	35.9	39.3	24.8	68.99	677	+ 1.21	
24. Band av granit, Ornö Huvud [10] . .	»	45.9	39.2	14.9	72.85	466	+ 1.45	

		Analytiker	Or	Ab	An	SiO_2	Σ fem. mol.	± Al_2O_3	
25.	Loftahammargranit (basisk)[11] . .	R. Mauzelius	42.8	40.9	16.3	66.03	895	— 0.33	
26.	» (sur)[11]	»	45.5	40.5	14.0	72.94	411	— 1.40	
27.	Salagranit, Knivsta, bl. Sala (107)	»	47.0	32.2	20.8	75.72	612	— 0.21	
28.	Vängegranit, Mörtsjön, bl. Skattmansö (115)	»	50.6	38.0	11.4	76.45	307	+ 0.06	Extrema kaligraniter
29.	Vängegranit, Ulvhällarne. bl. Skattmansö (114)	D. Hummel	54.5	27.3	18.2	80.99	168	+ 0.16	
30.	Röd gnejsgranit, Ö om Närstad, bl. Åtvidaberg	R. Mauzelius	56.8	37.0	6.2	68.06	515	+ 0.18	
31.	Uppsalagranit, Rickomberga, bl. Uppsala (110)	M. Stolpe	13.1	58.3	28.6	67.77	1,058	— 1.50	Extrema plagioklasgranit-facies
32.	Kvartsporfyr, (Wredegången), Falun[12]	N. Sahlbom och T. Berggren	15.6	57.4	27.0	73.90	557	+ 1.91	
33.	Oligoklasgranit, kontakt facies, Orijärvi[13]	A. Laitakari	16.4	63.5	20.1	71.69	867	+ 1.44	
34.	Oligoklasgranit, kontakt facies, Orijärvi[14]	P. Eskola	10.2	62.5	27.3	71.50	710	— 1.23	
35.	Apofys fr. föregående, Orijärvi[15] .	»	3.7	76.0	20.3	74.79	470	— 2.68	
36.	Grå gnejs, SW om Nybyttan, bl. Engelsberg, (S. 33)	A. V. Cronqvist	18.6	68.2	13.2	66.73	419	+ 1.67	
37.	Röd gnejs, Engelsberg, bl. Engelsberg, (S. 39)	»	19.3	70.5	10.2	64.43	377	+ 2.70	
38.	Albitgranofyr, Nyberget[16]	N. Sahlbom	9.9	86.9	3.2	78.79	112	+ 0.58	

[1] S. G. U. Ser. C, 275, sid. 77. — [2] Bull. Comm. Finl. 40, sid. 41. — [3] S. G. U. ser. C, 266, sid. 127. — [4] Ibid., sid. 133. — [5] G. F. F. 32, sid. 263. — [6] S. G. U. Ser. C, 275. sid. 50. — [7] G. F. F. 42, sid. 164. [8] G. F. F. 32, sid. 250. — [9] Berggrundsbl. 5, sid. 11. — [10] Bull. Uppsala, X, sid. 166. — [11] S. G. U. Ser. C, 220, sid. 8 och 13. — [12] S. G. U. Ser. C, 275, sid. 125. — [13] Bull. Finl., 40, sid. 54. — [14] Ibid. sid. 55. — [15] Ibid. sid. 57. — [16] G. F. F., 42, sid. 166.

Tab. 2. Yngre stopingartade graniter.

	Analytiker	Or	Ab	An	SiO_2	Σ fem. mol.	± Al_2O_3
1. Grå Växiögranit (basisk), Basarp, bl. Tranås	R. Mauzelius	29.6	36.8	33.6	60.31	1,145	— 0.46
2. Ögongranit, Brännemosse, bl. Oskarshamn, (87)	H. Santesson	29.2	43.2	27.6	67.31	823	— 1.76
3. Ögongranit, Smedserum, bl. Oskarshamn (88)	»	27.6	45.7	26.7	63.47	1,197	— 1.88
4. Ögongranit, Flohult, bl. Oskarshamn (89)	»	26.4	44.6	29.0	60.88	1,458	— 1.55
5. Ögongranit, Djupadal, bl. Oskarshamn (90)	»	37.6	35.0	27.4	61.44	1,126	— 1.01
6. Ögongranit, genomsnitt, Högsby och Finsjö kvarn, bl. Mönsterås (84—85)	R. Mauzelius	34.9	45.3	19.8	69.35	790	— 0.63
7. Ögongranit, Runtorp, bl. Kalmar (86)	»	36.6	46.8	16.6	69.36	769	— 1.88
8. Virbogranit, genomsnitt, bl. Oskarshamn (70—72)	H. Santesson	44.7	41.2	14.1	69.22	550	— 0.30
9. Röd Växiögranit, grov (Uthammargr.), bl. Oskarshamn (74)	»	41.1	44.2	14.7	73.03	364	— 2.75
10. Röd Växiögranit, grov (Ålögr.), bl. Oskarshamn (75)	»	39.7	44.4	15.9	81.17	438	— 1.15
11. Röd Växiögranit, med. korn. (Götemargr.), bl. Oskarshamn (78)	E. Östlund	40.4	55.7	3.9	75.22	354	— 0.14
12. Röd Växiögranit, med. korn. (Tunagr.), bl. Oskarshamn (81)	H. Santesson	55.8	41.3	2.9	75.62	358	+ 0.24
13. Röd Växiögranit, med. korn. (Tunagr.), bl. Oskarshamn (82)	R. Mauzelius	49.8	42.9	7.3	72.43	367	+ 0.03
14. Röd Växiögranit, med. korn., genomsnitt (76—77)	»	45.4	46.7	8.0	77.66	243	— 1.27
15. Röd Växiögranit, med. korn. (Våneviksgr.), bl. Mönsterås (79)	»	43.3	46.6	10.1	73.19	605	— 0.56
16. Röd Växiögranit, med. korn., bl. Hvetlanda (83)	H. Santesson	45.5	45.3	9.2	74.81	253	+ 0.03
17. Röd Växiögranit, Askeryd, bl. Eksjö	R. Mauzelius	45.3	50.3	4.4	75.82	150	— 0.19
18. » » Karstorp »	»	42.6	46.0	11.4	66.41	571	+ 0.40
19. » » (Tranåsgr.), bl. Tranås	»	48.2	45.4	6.4	76.68	220	— 0.07
20. » » » , Råsmäte, bl. Tranås	»	48.5	45.5	6.0	75.12	388	— 0.11
21. Småkornig röd granit, bl. Oskarshamn (80)	H. Santesson	47.6	36.7	15.7	70.69	597	+ 0.66
22. Finkornig röd granit, Öja, bl. Huseby (27)	»	35.3	45.9	18.8	75.48	376	+ 0.60
23. Graversforsgranit, röd, bl. Stavsjö (93)	»	53.3	38.8	7.9	76.90	207	+ 1.73

Smålandsgraniter

		Analytiker	Or	Ab	An	SiO_2	Σ fem. mol.	± Al_2O_3	
24.	Graversforsgranit, mörkbrun, bl. Stavsjö (94)	H. Santesson	49.1	27.3	23.6	67.93	604	+ 2.87	Smålands-graniter
25.	Vaggerydsyenit, Vaggeryd (129)	»	36.8	48.8	14.4	61.51	876	— 0.15	
26.	Syenit, Gåsabo, bergsgr. bl. 5	R. Mauzelius	43.7	41.0	15.3	60.70	811	— 1.62	
27.	Filipstadgranit, Kortfors, bl. Latorp (95)	H. Santesson	46.7	32.8	20.5	68.79	797	— 1.06	Filipstad-Järna-graniter
28.	Filipstadgranit, Skärjen, bl. Nora (96)	»	43.5	37.2	19.3	69.21	690	+ 0.53	
29.	» Gammalkroppa (97)	R. Mauzelius	44.7	38.3	17.0	70.65	701	— 0.40	
30.	Järnagranit, Järna (64)	»	40.2	37.3	22.5	68.19	773	— 1.02	
31.	Revsundsgranit, Bräcke, Jämtland (65)	»	36.6	40.3	23.1	69.59	697	— 0.59	Revsundsgruppen
32.	Revsundsgranit, Pilgrimsta, Jämtland (66)	E. Östlund	39.6	43.7	16.6	68.00	583	— 0.89	
33.	Revsundsgranit, Björna, Ångermanland (67)	R. Mauzelius	55.2	34.0	10.8	73.32	319	+ 0.12	
34.	Grå fink. granit, Örnsköldsvik, Ångermanland (68)	H Santesson	50.8	41.3	7.9	75.67	204	+ 2.57	
35.	Småkorn. granit, Graninge, Ångermanland (69)	»	45.0	41.4	13.6	72.33	274	+ 4.89	
36.	Karlshamnsgranit, Härsjön (S massivet) (23)	»	50.5	39.1	10.4	75.10	305	± 0	Karlshamns-Halen-graniter
37.	Karlshamnsgranit, Möllenäs (S massivet) (25)	»	22.5	47.2	30.3	66.10	854	— 2.61	
38.	Karlshamnsgranit, Stångsmåla (N massivet) (24)	»	33.5	49.0	17.5	68.97	614	— 0.39	
39.	Halengranit, Raslången (26)	»	47.8	41.5	10.7	73.38	308	+ 1.83	
40.	Fellingsbrogranit, Östanbergshyttan, bl. Nora (54)	»	44.5	35.5	20.0	73.79	397	— 1.17	Fellingsbo-gruppen
41.	Fellingsbrogranit, pegmatitisk, Bergaby, bl. Linde (63)	D. Hummel	36·6	50.3	13.1	70.75	566	+ 1.03	
42.	Småkorn. röd granit, Villeboda, bl. Linde (60)	A. Hasselbom	65.5	25.2	9.3	69.31	556	+ 1.57	
43.	Fink. röd granit, gång i föreg. bl. Linde (62)	D. Hummel	24.3	61.9	13.8	75.05	308	— 0.80	
44.	Småkorn. grå granit (lokalmass.), Björketorp, bl. Linde (61)	A. Hasselbom	36.7	56.3	7.0	73.88	291	+ 1.73	
45.	Småkorn. röd granit (lokalmass)., Ölsjön, bl. Nora (56)	H. Santesson	48.9	39.1	12.0	74.73	257	+ 1.47	
46.	Småkorn. röd granit, föreg. mass., bl. Nora (58)	»	45.9	49.3	4.8	76.94	172	+ 1.44	
47.	Småkorn. röd granit (lokalmass.), Greksåsar, bl. Nora (59)	»	42.8	49.6	7.6	77.40	96	+ 1.82	
48.	Stockholmsgranit, bl. Rydboholm, genomsnitt 39—40	R. Mauzelius	58.3	32.0	9.7	73.31	439	+ 0.37	Stockholms-graniter
49.	Stockholmsgranit, bl. Stockholm, genomsnitt 41—42	»	60.2	30.4	9.4	73.10	372	+ 0.64	

	Analytiker	Or	Ab	An	SiO_2	Σ fem. mol.	± Al_2O_3	
50. Stockholmsgranit, Råckstad, bl. Rydboholm (34)	E. Erdman	74.3	18.2	7.5	70.79	442	+ 5.33	Stockholmsgraniter
51. Stockholmsgranit, Ensta, bl. Rydboholm (35)	»	81.7	12.6	5.7	71.25	332	+ 5.06	
52. Stockholmsgranit, Nälje, bl. Hörningsholm (32)	M. Stolpe	64.8	28.5	6.7	70.96	372	+ 6.80	
53. Stockholmsgranit, Hälltorp, bl. Hörningsholm (33)	»	66.6	18.9	14.5	68.04	640	+ 5.30	
54. Bohusgranit, Dyne, bl. Strömstad (43)	H. Santesson	41.2	44.5	14.3	74.17	347	+ 0.65	Bohusgranit
55. Bohusgranit, Krokstrand, bl. Strömstad (44)	»	50.4	36.3	13.3	71.71	512	+ 0.55	
56. Bohusgranit, Lien, bl. Strömstad (45)	»	58.0	32.0	10.0	75.64	323	— 0.83	
57. Bohusgranit, Gånehed, bl. Fjällbacka (46)	»	55.8	33.9	10.3	72.46	435	— 0.65	
58. Bohusgranit, Rörkärr, bl. Fjällbacka (47)	»	50.3	39.2	10.5	74.19	299	+ 0.16	
59. Bohusgranit, (genomsnitt) Solhem, bl. Fjällbacka (48—49)	C. G. Broome och H. I. P. Hilding	57.8	30.1	12.1	72.46	513	+ 2.84	
60. Perniögranit,[1] Orijärvi	P. Eskola	59.1	33.2	7.7	73.91	219	+ 1.00	

[1] Bull. Comm. Finl. 40, sid. 16.

Tab. 3. Leptiter och hälleflintor.

		Analytiker	Or	Ab	An	SiO_2	Σ fem. mol.	± Al_2O_3
1.	Hälleflinta, Baståsen, Grythyttefältet [1]	R. Mauzelius	1.3	97.4	1.3	79.20	c:a 45	+ 0.18
2.	Leptit, Persberg, genomsnitt 3 analyser [2]	N. Sahlbom	3.0	94.3	2.7	79.46	352	+ 1.00
3.	Granofyrgranit, Silverknuten, Grythyttefältet [1]	R. Mauzelius	5.0	93.6	1.4	78.22	c:a 290	+ 0.74
4.	Leptit, Nordmarksberg [3]	N. Sahlbom	6.2	89.7	4.1	76.62	424	+ 2.02
5.	» porfyrisk, Ramhäll [4]	G. Lindroth	5.0	88.2	6.8	74.08	599	+ 1.02
6.	» » » [5]	»	7.1	88.1	4.8	77.99	229	+ 0.88
7.	» » » [6]	»	5.0	85.5	9.5	76.79	935	+ 0.60
8.	» bl. Salsta (S. 11)	L. Palmgren	8.4	84.6	7.0	76.87	881	+ 1.18
9.	» (»plagioklasgnejs»), Grängesberg [7]	A. Grabe	15.8	85.3	8.9	74.00	762	+ 0.72
10.	» Björnbergsfältet, » [8]	»	2.3	84.5	13.2	75.46	959	— 0.94
11.	» Kullgruvan, Flogberget [9]	R. Mauzelius	1.7	82.8	15.5	68.28	26	— 0.05
12.	» Hällestads s:n, bl. Tjällmo (S. 60)	H. Santesson	1.3	79.8	18.9	63.06	87	— 0.59
13.	» » » » » (S. 41)	»	5.8	78.4	15.8	73.25	219	+ 1.14
14.	» Finnmossen [10]	N. Sahlbom	22.5	76.8	0.7	76.83	358	+ 3.34
15.	Hälleflinta, Sala s:n, bl. Sala (S. 6)	O. Gumælius	13.4	72.6	14.0	77.53	437	+ 1.13
16.	Leptit, Exportfältet, Grängesberg [11]	A. Grabe	17.9	70.4	11.7	68.96	1214	+ 0.80
17.	Hälleflinta, Malmbergsudden, Grythyttefältet [1]	R. Mauzelius	33.4	64.4	2.2	79.85	160	+ 0.72
18.	Leptit, Åndenäs, bl. Claestorp (S. 22)	H. Santesson	21.4	63.9	14.7	76.43	545	+ 2.98
19.	» Ramhäll [12]	G. Lindroth	29.4	59.6	11.0	73.84	746	+ 1.05
20.	» Regna s:n, bl. Claestorp (S. 29)	A. Hasselbom	23.3	59.0	17.7	76.93	641	+ 1.67
21.	» kvartsporfyrisk, Puttbo, Falun [13]	N. Sahlbom o. T. Berggren	30.3	58.6	11.1	74.50	367	+ 0.35
22.	Hälleflinta, Regna s:n, bl. Claestorp (S. 33)	A. Hasselbom	32.7	56.5	10.8	70.89	844	+ 2.07
23.	Leptit, Örabergsdammen, Grängesberg [14]	A. Grabe	26.4	53.8	19.8	76.65	344	+ 1.19
24.	Hälleflinta. Kumla, bl. Uppsala (S. 39)	M. Stolpe	24.5	52.3	23.2	70.31	359	+ 0.95
25.	Leptit, Regna s:n, bl. Claestorp (S. 36)	A. Hasselbom	46.4	51.1	2.5	73.79	587	+ 1.34
26.	» Finnmossen [15]	N. Sahlbom	46.9	51.0	2.1	73.69	540	+ 1.04
27.	Hälleflinta, Danmarks kyrka, bl. Uppsala (S. 38)	M. Stolpe	35.1	51.0	13.9	69.39	513	+ 0.10
28.	Leptit, Backa kvarn, Regna s:n, bl. Claestorp (S. 46)	A. Hasselbom	46.0	44.4	9.6	68.86	527	+ 0.51
29.	» (»porfyrgranulit»), Grängesberg [16]	A. Grabe	36.4	41.0	22.6	70.08	841	— 1.27
30.	» (»kustgnejs»), Pukavik [17]	H. Santesson	32.5	40.5	27.0	68.43	525	+ 0.37
31.	» (»gnejs»), Raslången, Västanåfältet [18]	»	34.4	35.7	29.9	67.99	855	— 2.32

	Analytiker	Or	Ab	An	SiO_2	Σ fem. mol.	± Al_2O_3
32. Hälleflinta, Kullberget, Grythyttefältet[1] .	R. MAUZELIUS	67.2	31.3	1.5	80.56	53	+ 0.4
33. Leptit, Lomberget, Grängesberg[19]	A. GRABE	58.1	31.0	10.9	68.45	1094	— 0.0
34. Häileflinta, Bondkyrka s:n, bl. Uppsala (S. 32)	M. STOLPE	53.6	28.6	17.8	70.61	442	+ 0.5
35. Leptit, Jakobsberg[20]	N. SAHLBOM	74.7	24.4	0.9	70.82	719	+ 0.3
36. » Sågmöllan, Västanåfältet[18] . . .	H. SANTESSON	39.0	21.6	39.4	70.46	750	— 0.6
37. Hälleflinta, Tensta s:n, bl. Salsta (S. 22)	L. PALMGREN	77.0	17.1	5.9	73.52	843	+ 1.1
38. Leptit, Åmmeberg[21]	N. SAHLBOM	83.7	15.9	0.4	71.43	277	+ 0.2
39. » Långban[22]	»	83.9	15.2	0.9	74.41	116	+ 2.2
40. Hälleflinta, Sala[23]	G. NYBLOM	92.0	6.1	1.9	71.53	319	+ 0.9
41. Leptit, Långban[24]	N. SAHLBOM	94.6	4.4	1.0	77.59	160	+ 1.3

[1] Ej publicerad analys. — [2] G. F. F., 36, sid. 444, 447, 448. — [3] Ibid. 457. [4] S. G. U. Ser 266, sid. 20. — [5] Ibid. sid. 25. — [6] Ibid. sid. 30. — [7] G. F. F. 32, sid. 271. — [8] G. F. F. sid. 302. — [9] G. F. F., 32, sid. 414. — [10] G. F. F., 36, sid. 459. — [11] G. F. F. 32, sid. 291. [12] S. G. U., Ser. C., 266, sid. 43. — [13] S. G. U. Ser. C, 275, sid. 25. — [14] G. F. F. 32, sid. 299. [15] G. F. F., 36, sid. 460. — [16] G. F. F., 32, sid. 280. — [17] S. G. U., Ser. C, 168, sid. 75. — [18] Ibid. sid. 53. — [19] G. F. F. 32, sid. 287. — [20] G. F. F. 36, sid. 464. — [21] Analys ej publ., medd. av H. Johansson. — [22] G. F. F. 36, sid. 467. — [23] G. F. F. 32, sid. 1370. — [24] G. F. F. 36, sid. 46

Tab. 4. Rapakivigraniter.

	Analytiker	Or	Ab	An	SiO_2	Σ fem. mol.	± Al_2O_3
1. Viborgsmass., Pyterlaks (1)	STRUVE	57.0	35.3	7.7	75.06	330	— 1.13
2. » » (2)	»	48.2	41.6	10.2	77.71	439	— 1.03
3. » » (3)	»	55.0	34.5	10.5	75.81	407	— 0.74
4. » Simola, grön var. (7)	H. BERGHELL	20.7	56.5	22.8	66.95	665	— 0.80
5. » » (typisk) (8)	»	52.7	33.6	13.7	71.53	557	— 2.02
6. » Säkijärvi » (9)	»	46.6	38.4	15.0	69.52	715	— 2.71
7. Errat. block, Dagö (Viborgstyp) (5)	v. UNGERN-STERNBERG	34.8	41.1	24.1	70.33	614	— 0.15
8. » » » » (6)	»	37.8	49.2	13.0	71.01	631	+ 2.06
9. Pitkäranta (4)	I. A. SUNDELL	54.9	39.6	5.5	75.26	287	+ 1.12
10. Nystad (11)	N. SAHLBOM	55.1	35.9	9.0	68.79	641	— 0.28
11. Åland, Haraldsby (12)	»	43.4	42.8	13.8	70.56	759	— 1.73
12. Granit, Rödön (13)	H. SANTESSON	37.6	56.1	6.3	72.93	377	+ 2.41
13. Granitporfyr, Rödön (14)	»	51.9	41.3	6.8	71.25	364	— 0.09
14. Albitgranofyr (gång), »Gubben» vid Rödön (15)	»	9.6	85.3	5.1	77.32	408	— 0.14
15. Felsitporfyr (gång), Gorgviken, Rödön [1]	N. SAHLBOM	50.6	40.9	8.5	69.73	461	— 0.43
16. » » , Storholmen [2]	H. SANTESSON	49.2	45.8	5.1	72.78	493	+ 0.82
17. » , »Sundsvallsporfyr» [3]	»	47.6	46.3	6.1	76.26	212	+ 1.16
18. Mörk kvartsporfyr, Storholmsfläsian [4]	»	57.8	30.1	12.1	68.55	245	+ 4.70
19. Ljus » » [4]	N. SAHLBOM	42.7	52.2	5.1	72.22	271	+ 1.01
20. Ragunda (16)	H. SANTESSON	34.3	58.2	7.5	70.70	407	— 1.89
21. N. Ulvön [5]	N. SAHLBOM	61.3	35.8	2.9	73.77	295	— 2.17
22. Brevengången (17)	K. VINGE	38.1	54.1	7.8	71.51	367	— 1.05

[1] S. G. U. Ser C 181 sid. 34. — [2] Ibid. sid. 38. — [3] Ibid. sid. 45. — [4] Ibid. sid. 51. — [5] J. M. SOBRAL, Contributions to the Geology of the Nordinggrå Region, Uppsala 1913, sid. 90.

I tabellerna hänvisa siffror inom parentes till nummer i HOLMQVISTS analystabell, siffror med tillsatt S. ex. (S. 13) till motsvarande nummer i H. SANTESSONS tabeller. Σ fem. mol. = Σ molekulartal Fe_2O_3, FeO och MgO.

Några urbergstektoniska problem från Östergötland.

Av

B. Asklund.

Östergötland i sin helhet är i urbergsgeologiskt hänseende ett av landets problemrikaste landskap. Under det att angränsande landskap präglas av en i stort sett ensidig geologisk utbildning (Småland med dess väldiga granitområden, Södermanland med vittutbredda ensartade gnejser och Närke med sina omfattande leptitterränger av Bergslagstyp), företer Östergötland en stark bergartsväxling med de angränsande landskapens särkaraktärer sammanknutna. De problem som bindas vid Östergötlands urberg bli sålunda storslagna och torde landskapet få allt större betydelse som nyckelområde, i synnerhet för Södermanlands svårtolkade gnejser.

Alltsedan år 1916 har förf. bedrivit berggrundsstudier inom landskapet. Dessa påbörjades i Marmorbruksfältet vid Bråviken, senare ha dessa karteringsarbeten vidgats upp mot Södermanlandsgränsen norr om Bråviken. För att erhålla en översikt av landskapets urkalkstenar och deras betydelse som stratigrafiska ledhorisonter, företogs redan år 1916 översiktsresor i norra Östergötland (forna Östgöta bergslag). Därvid uppmärksammades det intressanta, tämligen ometamorfoserade Godegårdsfältet (N om Motala), som undersöktes mera ingående år 1917. Senare ha karteringsarbeten för Sveriges geologiska undersökning företagits i Finspångstrakten, och senast har, förf. under åren 1920—21 reviderat berggrunden å geol. kartbladet Torönsborg, beläget i skärgården. — Översiktligt har förf. berest större delen av Östergötland (med undantag av sydvästra delarna) och därjämte vidgat översikten med resor å kartbladen Nyköping, Tärna och Trosa i sydöstra Södermanland. Å kartbladet Trosa har en mindre kartering företagits i trakten av Tystberga.

— Det område, som beröres i denna uppsats är framförallt norra och östra Östergötland och i anslutning därtill i någon mån sydöstra Södermanland.

I. Översikt av urbergets bergarter.

Urberget i dessa trakter sönderfaller i stort sett i trenne formationer: leptitformationen, urgranit- l. gnejsgranitformationen och Filipstadgranitformationen. Därtill komma de s. k. serarkäiska graniterna, som inom området spela ganska liten roll. Deras ställning beröres något i slutet av denna uppsats. — Urbergsindelningen blir praktiskt taget densamma som TÖRNEBOHMS,[1] med den skillnaden, att man, med de kunskaper, som numera stå till buds om metamorfa bergarter, med tämligen stor säkerhet kan inrangera de förut som särskilda formationsled uppfattade gnejserna såsom metamorfiska derivat av de nämnda stora formationerna.

Leptitformationen.

Denna är merendels utbildad som leptiter, i vissa trakter har den ådergnejskaraktär, mera sällan ses bevarade primärstrukturer. Såväl kemiskt som stratigrafiskt sönderfaller leptitformationen i tvenne stora grupper: natronleptiter och kalibetonade leptiter.

Natronleptiterna bilda som det ser ut den undre delen av leptitformationen. Deras utbredningsområde är framförallt gränstrakterna till Närke, och nordvästra Östergötland. De förekomma åt öster ända fram mot det stora granitmassivet vid Graversfors, varefter de praktiskt taget försvinna. Förklaringen till, att detta västerut betydande formationsled åt öster försvinner, torde ligga i, att natronleptiterna här överlagras av kalileptiterna. Natronleptiterna äro merendels extrema, men karakteriseras i de nordligaste delarna av Östergötland genom ganska hög kalkhalt. Kalihalten är däremot nästan alltid extremt låg.

Kalileptitserien gör jämfört med natronleptiterna ej så stora skäl för en extrem kemisk beteckning, vadan beteckningen »kalibetonade leptiter» är riktigare. Seriens bergarter växla i sin kemiska sammansättning mellan typer med lika vägande kali- och natronhalt (underordnat torde t. o. m. plagioklasrikare typer kunna iakttagas); och extremt kalirika typer, de senare ofta kvartsfattiga. Kalkhalten är kvantitativt sett något högre än i natronbergarterna. — Kali-

[1] Beskr. till blad N:o 8 av Geologisk Översiktskarta över Mellersta Sveriges Bergslag.

leptitserien kan åter indelas i tvenne horisonter: en undre och en övre. Den undre består mestadels av gråröda till röda vanligen kvartsiga bergarter med underordnade lager av extrema ofta syenitiska kalileptiter. Denna zon är den kalirikaste. Den övre horisonten består av grå, vanligen biotitrika leptiter. Färgen synes betingas av biotitrikedomen, som är det makroskopiskt mest påfallande karaktärsdraget. Bergarterna i denna horisont visa ofta en utpräglad bandstruktur, som otvivelaktigt är uppkommen genom primär skiktning, med växling av kemiskt något olikartade skikt. Bland skikten förekomma såväl mera kvartsiga som skifferartade och i större skala kalkiga, vilka ofta svälla ut till större kalkstensstråk eller mäktigare linsformade partier.

I sin helhet visar den här framställda leptitstratigrafien stora likheter med den, som genom SUNDIUS meddelats från Grythyttefältet.[1] Oaktat man i Östergötland har att göra med ofta starkt metamorfoserade bergarter, äro de kemiska analogierna pregnanta. Några motsvarigheter till de bekanta urlerskiffrarna från Grythyttefältet saknas dock i de av förf. beresta delarna av Östergötland.

Granitformationerna.

Genom leptitformationen sätta tvenne omfattande generationer av graniter, den äldre vanligen benämnd urgraniterna eller gnejsgraniterna och den yngre Filipstadgranitserien. Deras olikartade intrusionssätt och tektoniska läge i urberget är en av dettas intressantaste problemgrupper.

Urgraniterna eller gnejsgraniterna.

Urgraniterna ha i förhållande till leptitserien ett påfallande konkordant läge.[2] De bilda ofta långa, mer eller mindre breda stråk, som i detalj följa de förhärskande strykningsriktningarna, ofta även rundade antiklinalområden, kring vilka den förhärskande strykningen i omgivande leptiter smyger sig. Skiffrigheten i granitens randområden har ofta ett likartat förlopp.

Tillsammans med urgraniterna och oftast direkt konjugerade med desamma, mera sällan som särskilda intrusioner, förekomma grönstenar och amfiboliter av en primärt utpräglat basisk sammansätt-

---

[1] G. F. F. Bd 38 (1916) sid. 267. — Samma leptitstratigrafi är i stort sett rådande även inom Filipstads bergslag. Jfr MAGNUSSONS uppsats i detta häfte.

[2] Ett förhållande, som omtalats av åtskilliga författare, såsom: TÖRNEBOHM, HOLMQVIST, GEIJER och SUNDIUS.

ning. Deras åldersförhållande till gnejsgraniterna är synnerligen tydligt: de äro tidigare stelnade derivat av dessa. Merendels ha dessa grönstenar amfibolitisk utbildning.

I kemiskt hänseende kännetecknas hela gruppen av en starkt framträdande plagioklashalt. Kalibetonade granittyper äro relativt sällsynta, extrema kaligraniter förekomma knappast. Inom serien finnes i både strukturellt och kemiskt hänseende en mycket stark typväxling. I ett nordligt stråk från Bråviken över Finspång och Godegård uppträda urgraniterna som en tvåglimrig Arnögranitliknande typ. I Östergötlands kustzon äro Undengnejsliknande, dioritiska typer ganska vanliga, men för övrigt härska här och fram mot de stora urgranitterrängerna söder och sydväst om Norrköping medelkorniga gnejsgraniter och graniter.

I synnerhet de grovstruerade Arnögranitliknande gnejsgraniterna äro ofta granatförande och i starkare gnejsigt skick fullkomligt lika den vanliga Sörmlandsgranatgnejstypen. Granatbildningen synes intimt sammanhänga med gnejsgraniternas tvåglimrighet; antydningar finnas sålunda till att en del gnejsgraniter haft ett primärt aluminiumöverskott (genom betydande glimmerhalt). Dessa iakttagelser ha stort intresse för tolkningen av Sörmlandsgnejserna och torde en del trakter av Östergötland kunna giva klarare bevis än mångenstädes i Sörmland för den grovflasriga granatgnejsens ortognejskaraktär.[1]

Filipstadgraniterna.

I motsats till urgranitserien ha Filipstadgraniterna ett mycket deciderat granituppträdande. Ehuru de i stort följa det äldre urbergets riktlinjer, överskära de här och var den äldre förskiffringen, sticka upp som kupolartade satelliter eller (mera sällan) avskära som gångar de äldre bergarternas parallellstrukturer.

Filipstadgraniterna bilda vanligen rundade massiv eller oregelbundet konturerade större områden. Ett ganska avvikande intrusionssätt förete de i Östergötlands yttre skärgård, varest de bilda större eller mindre bankar, injicerade mellan de äldre bergarternas stupningsplan.

Filipstadgraniterna förekomma inom de av förf. undersökta områdena huvudsakligen som tvenne typer, vanligast är en hornbländegranit, mindre vanlig en mera salisk form, i vilken hornbländet

[1] Jfr Holmqvist, G. F. F. Bd 32 sid. 791.

utbytts mot biotit. Surare typer, som närma sig den s. k. röda Växjögraniten ha mycket ringa utbredning.

Associerade med Filipstadgraniterna iakttagas såväl sura som basiska bergarter. Bägge slagen förekomma vanligen i Filipstadgranit-massivens rand- eller toppområden. De basiska bergarterna utgöras vanligen av en mycken karakteristisk norit, vilken förefinnes såväl i skärgården som på Kolmården och längre västerut, i Godegårds- och Medevitrakterna. Noriterna följas mera sällan av monzoniter eller syeniter, mycket ofta däremot av aplitartade, småkorniga eller granitporfyriska bergarter, vilka visa en påfallande likhet med de s. k. serarkäiska graniterna och även i några fall av Törnebohm betecknats som sådana. På åtskilliga ställen, t. ex. i Stavsjöområdet, har det lyckats att få fram åldersrelationerna mellan dylika typer och Filipstadgranit och har därvid de finkorniga graniterna visat sig vara de äldre.

Till Filipstadgranitgruppens bergarter vill förf. även räkna den egendomliga grupp av gångformigt uppträdande grönstenar eller metabasiter, vilka äro vanliga inom skärgårdszonen. Dessa torde först ha uppmärksammats av Nathorst,[1] som i beskrivningen till kartbladet Gottenvik omnämner dem som »dioritskifferlager». Gavelin[2] omtalar förekomst av dylika bergarter från kartbladet Loftahammar och torde vara den förste som påpekat deras gångkaraktär. Inom kartbladen Torönsborg och Gottenvik förekomma metabasitgångarna ganska talrikt, vanligen med finskiffrig utbildning, oftast avsnörda till i rader ordnade linsformade stycken. De genomsätta områdets samtliga bergarter med undantag av Filipstadgranitseriens bergarter. Deras fristående karaktär gör det svårt att hänföra dem till någon av de förutnämnda stora grupperna. Under sistlidna sommars fältarbete lyckades det dock förf. att finna en dylik grönstensgång av betydligt större dimensioner än vanligt, c:a 30 m. bred och väl halvannan kilometer lång. Gången var söndersträckt i ett flertal linser eller klumpar och hade metabasitgångarnas vanliga finskiffriga utbildning mot den genomsatta bergarten, en gnejsgranit. Mittpartierna av de skilda klumparna bestodo däremot av frisk, vacker norit, av samma karakteristiska typ, som Filipstadgranitgruppens noriter. I samband med övriga fakta synas sålunda kustzonens metabasitgångar vara att räkna som tidiga utlöpare från Filipstadgraniternas magmahärd.

---

[1] S. G. U:s publ. Ser. Aa. N:o 64 sid. 17.

[2] Beskr. till kartbladet Loftahammar S. G. U:s publ. Ser. Aa. N:o 127 sid. 32 jämte Ser. C N:o 224. sid. 42.

II. Urbergets tektoniska särkaratär och några detaljstudier.

Väl medveten om de ofta hart när oövervinneliga svårigheter, som framdrivandet av en allmängiltig tolkning av urbergstektoniska detaljer kan erbjuda, tvekar förf. ej att framlägga några resultat från mindre områden av det vittomfattamde undersökningsgebitet. Därvid har valts en grupp exempel, som i rimlig mån giva belysning till de mångskiftande tektoniska formarter urberget bjuder.

Man kan fråga: har urberget sin speciella tektonik eller finnas fullständiga motsvarigheter i yngre veckade formationer? Förf. skulle vilja besvara frågan så: urberget har sin speciella tektonik, som dock i varje detalj äger sin motsvarighet inom yngre formationer.

Det speciella draget är de genomgående branta stupningar och oerhört täta och komplicerade veckningar urberget visar. Gjorde man en beräkning över de stupnings- och lagringsuppgifter, som framställts på svenska geologiska kartor, skulle den överväldigande procenten bli branta. Utan tvivel är denna framställning i stort sett riktig. Ehuru många resignerat inför svårigheterna, började tidigt enstaka geologer söka lösningen till urbergsbyggnadens gåta. Bland dessa äro att märka ERDMANN, HUMMEL, GUMÆLIUS och PALMGREN, och framför de övriga den alltomfattande TÖRNEBOHM. HUMMELS blick för bergsbyggnaden tar sig många vackra uttryck i hans avhandlingar. I beskrivningen till kartbladet Trosa säger han bl. a.:[1] »Böjningar äro mycket vanliga i denna traktens bergarter. — Först genom dem blir det klart, att gnejslagren bilda ett ej synnerligen mäktigt skiktsystem, vilket i stort sett är liggande, men förnämligast genom en mångfaldig böjning och skrynkling låtit sina skikthuvuden framträda samt under så växlande stupningsförhållanden.»

Urbergets tektonik är en veckningstektonik, därom torde alla geologer vara ense. Skillnaden mellan urbergets veckningsföreteelser och en vanlig bergskedjas är såsom framhållits, urbergets genom tät uppveckning åstadkomna branta lagerställning. Veckningstopografien har därigenom blivit mindre storslagen ehuru vida detaljrikare än i bergskedjorna. Dessa egenskaper bottna i en primär skiljaktighet, och denna torde knappast kunna ha annan förklaring än, att den veckade komplexen, leptitformationen, haft en relativt liten mäktighet ovanpå en plastisk magmagrund. Spänningar, som

[1] S. G. U:s publ. Ser. Aa N:o 52.

påverka en dylik komplex få helt naturligt mycket stora utlösningsområden och lokalisera sig ej till vissa zoner (bergskedjor) som i mäktigare skiktserier. Som en följd härav te sig veckningsaxlarna

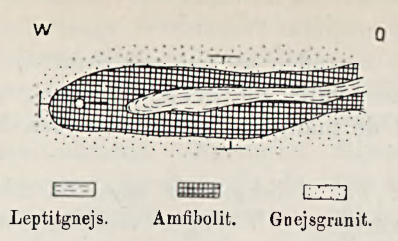


Fig. 1. Omböjning av bergartslagren vid L:a Arentorp (Torönsborg) 1: 50.000 Synklinal med neddykande längdaxel.

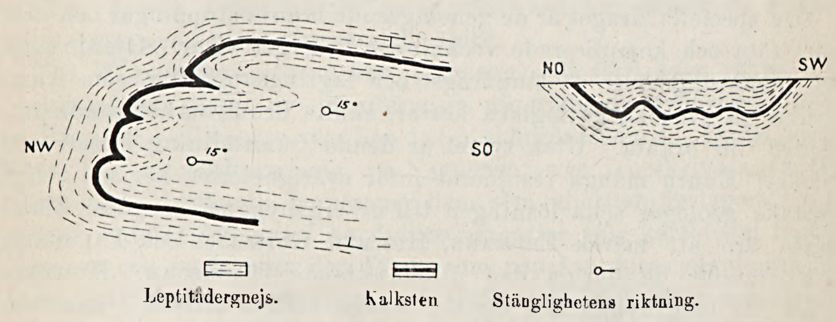


Fig. 2. Sammansatt synklinal Norum—Röksta (Torönsborg) 1: 50.000.

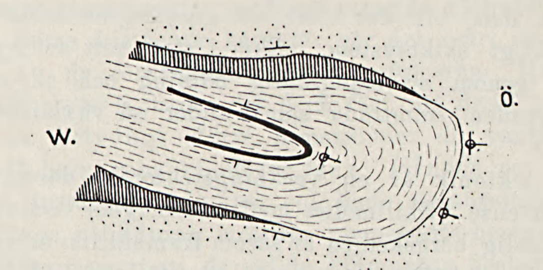


Fig. 3. Antiklinal »omböjning» vid St. Lövvik (Torönsborg) 1: 50.000. (Bergartsbeteckningen se ovan!); det vertikalt streckade är amfibolit.

som starkt komplicerade, interfererande system, och ett allmänt skenbart brantläge uppkommer.

Den grupp av tektoniska exempel som utvalts, låter sig indelas i trenne: 1. områden med synklinal byggnad, 2. områden med antiklinal byggnad, jämte 3. komplicerade områden.

1. Områden med synklinal byggnad.

Genom längdaxelns olika utbildning uppkommer en serie av olikartade synklinaler av vilka isynnerhet den utbildning, som illustreras i fig. 1 äger intresse såsom mycket vanlig. Tillsammans med den i fig. 3 åskådliggjorda antiklinalen med neddykande längdaxel bildar denna typ ofta de inom urberget så vanliga »omböjningarna».

Sammansatta synklinaler (synklinorier; fig. 2) äro ej sällsynta. De karakteriseras av en inom en större synklinal liggande serie av småsynklinaler. Dylik veckning av så att säga flera ordningar äro sannolikt mycket vanlig ehuru svår att konstatera.

2. Områden med antiklinal byggnad.

Hava bägge veckningsaxlarna ett likartat undulerande förlopp uppkommer »puckeln», vilken är en vanlig utbildningsform hos urgranitmassiven. Förefinnes däremot en utpräglad längdaxel, som undulerar, uppkommer en antiklinal »omböjning» av den typ som fig. 3 illustrerar.

Sammansatta antiklinaler med en serie smärre antiklinaler inom en större äro vanliga inom urgraniterränger.

3. Komplicerade områden.

Av dessa förtjäna de isoklina uppveckningarna stort intresse. Inom undersökningsområdet äro dessa tillfinnandes inom kustzonen och närbelägna trakter

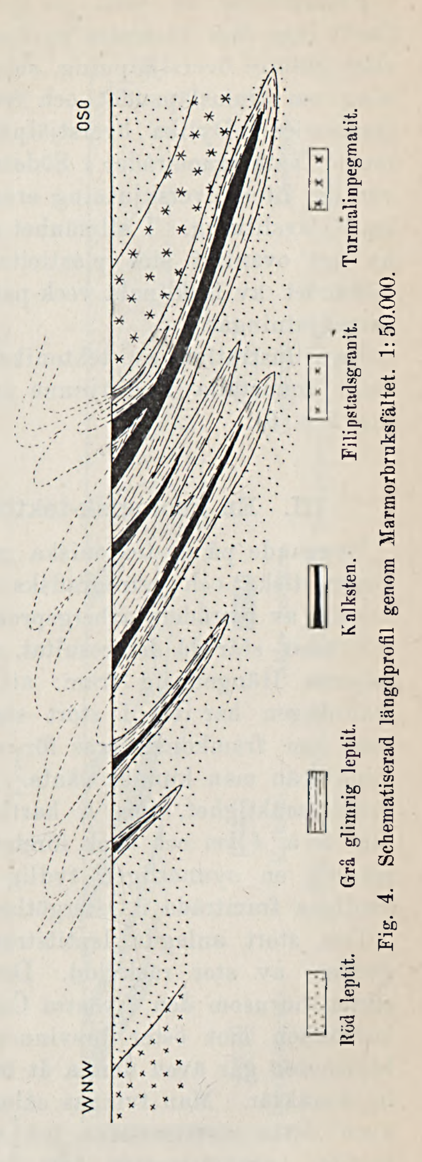


Fig. 4. Schematiserad längdprofil genom Marmorbruksfältet. 1: 50.000.

(se fig. 5). Stark komplicering av isoklinal lagerställning företer Marmorbruksfältet, av vilket fig. 4 utgör en schematiserad bild.

Frampressas de isoklinala vecken starkt samtidigt som de få ett flackt läge över varandra uppkommer ett slags »falsk överskjutning» eller rättare överstjälpning, som får karaktär av verklig överskjutning om framsläpandet och vecken orsakar ett sönderslitande av lagerserien. Dylika överstjälpningar kunna iakttagas i kustzonen; inom Tystbergaområdet i Södermanland har förf. även iakttagit en verklig liten överskjutning orsakad av en veckseries (kalksten och leptit) avslitning. I allmänhet synes urberget vid veckningar dock ha ägt ovanligt stor plasticitet och sålunda hellre givit efter till bildandet av isoklinala veck-packar än genom bristningar orsakade överskjutningar.

En illustration av tektoniken inom ett större område har förf. velat framställa med tvenne profiler genom kartbladet Torönsborg (fig. 5 o. 6).

III. En geologisk-tektonisk kontur kring området.

Byggande på de tektoniska resultaten i förening med bergarternas geognostiska och petrografiska särskiljning, lyckas man komma en hel del av områdets urbergsproblem närmare inpå livet.

Främst står då det resultat, som genom sammanfattandet av detaljerna tränger sig fram: att urberget trots den branta lagerställningen har ett i stort skådat flackt läge. Det vertikalsnitt, som kan framkonstrueras för större områden, blir därigenom vida mindre än man kunnat vänta. En approximativ beräkning för den urbergsmäktighet, som å kartbladet Torönsborg kommer i dagen, blir 3 à 4 *km* och dock företer detta område och kustzonen i allmänhet en synnerligen tydlig veckning efter större linjer än som vanligen framträda i Östergötland.

Den stort anlagda leptitstratigrafi området giver tillåter konsekvenser av stor räckvidd. Det omnämndes redan i bergartsöversikten hurusom den i västra Östergötland vittutbredda natronleptithorisonten mot öster försvinner. Följer man den undre kalileptithorisonten går även denna åt öster förlorad eller antar en oväsentlig karaktär. Man tvingas sålunda nästan direkt till förmodan, att även detta stratigrafiska led sjunker under den av grå, glimriga leptiter karaktäriserade övre leptithorisonten, som har sitt största utbredningsområde i kustbältet, där den i stor utsträckning är omvandlad till sliriga ådergnejser, vilkas bergartsstomme dock tydligt kan urskiljas. Vi komma sålunda till den egendomliga antydningen,

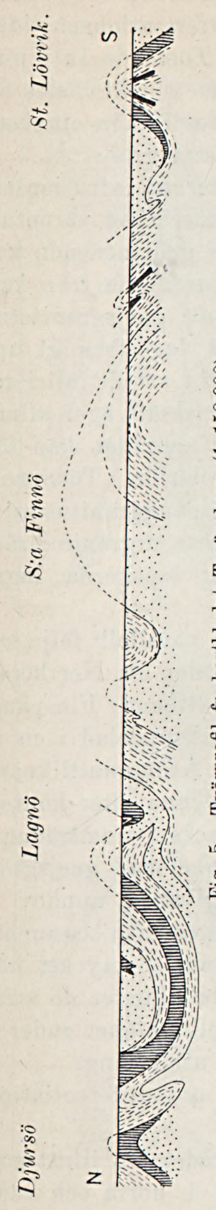


Fig. 5. Tvärprofil fr. kartbladet Torönsborg (1: 150.000).

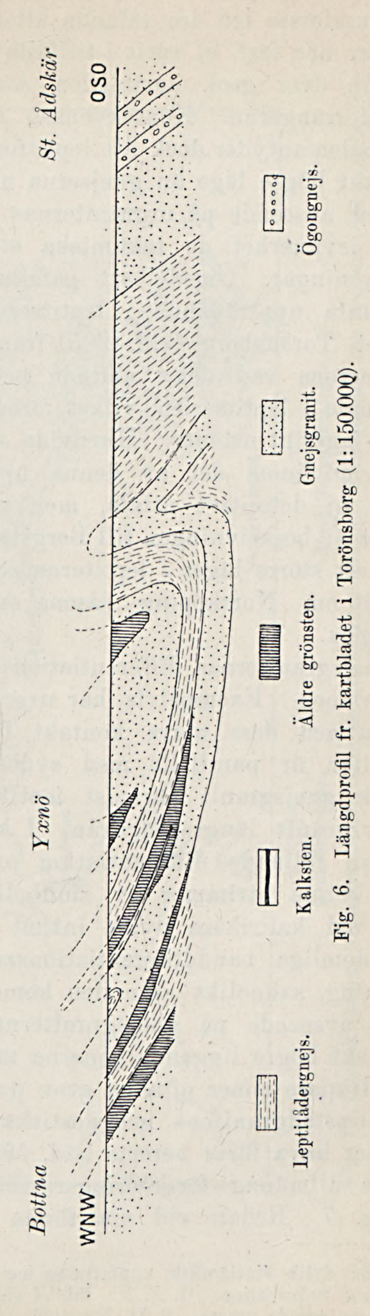


Fig. 6. Längdprofil fr. kartbladet i Torönsborg (1: 150.000).

att hela Östergötlands leptitformation företer en lutning mot öster: dess understa led äro sålunda att söka i väster och de övre i öster. Tyvärr har förf. ej varit i tillfälle att följa leptitformationens vidare förlopp över geol. kartbladen Askersund och Töreboda in i järngnejsterrängerna. Konsekvensen av gränsområdets tektoniska förhållanden antyder dock att leptitformationen synes intaga ett stratigrafiskt högre läge än gnejserna utmed dess västra gräns.[1]

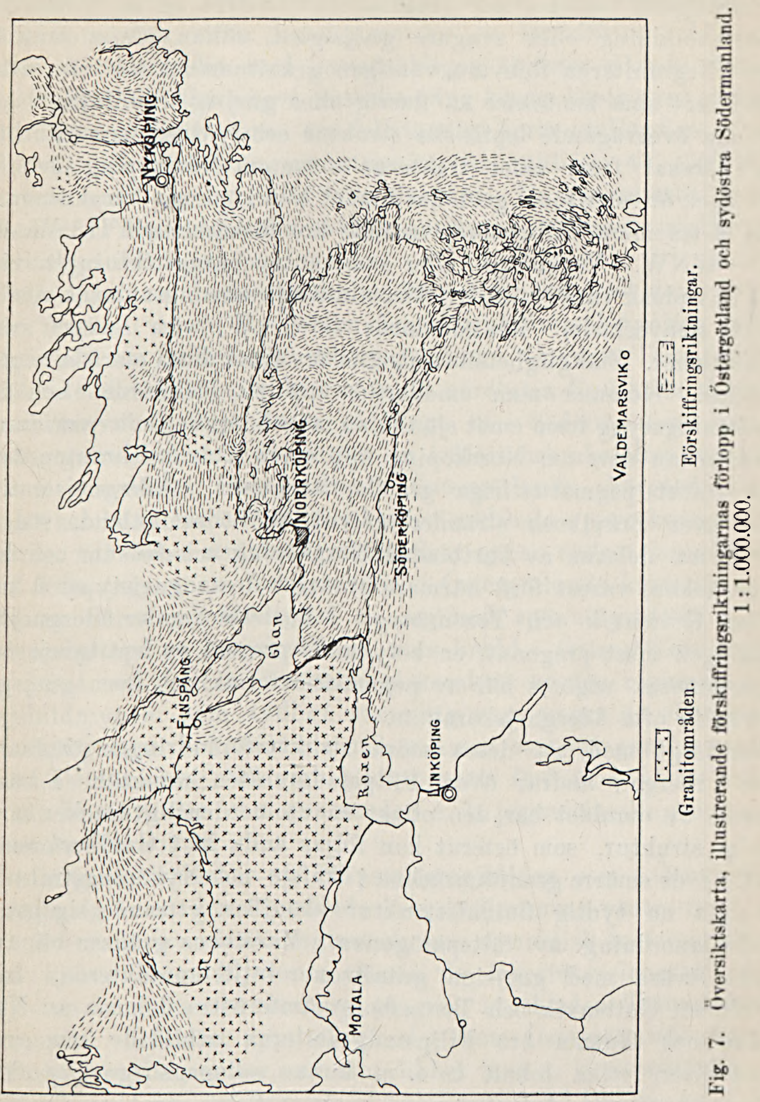
Med avseende på urgraniternas 1. gnejsgraniternas intrusionssätt giva isynnerhet de tektoniska studierna av kustbältet värdefulla upplysningar. Omedelbart påfallande är deras genomgående konkordanta uppträdande i leptitserien och av profilerna från kartbladet Torönsborg (sid. 605) framgår tydligt, att gnejsgraniternas åtminstone vad detta område beträffar ha ett lagerformigt uppträdande i leptitserien, vilket förhållande talar för att de injicierats som lagerintrusioner. Huruvida detta betraktelsesätt äger allmän räckvidd inom det av denna uppsats berörda området kan förf. ännu ej definitivt uttala, men mycket talar därför. TÖRNEBOHM tolkar (i beskrivningen till Bergslagskartan) Finspånggranitmassivet som ett större lager i leptiterna och hela det stora urgranitområdet söder om Norrköping såsom en större, över leptiterna lagrad komplex.

Gnejsgraniternas differentiation visar sig ofta parallellt följa kontaktplanen. Exempelvis har urgranitområdet söder om Norrköping ett utmed dess norra kontakt följande amfibolitband; Finspångsgraniten är parallellt med sydöstra kontakten uppdelad i en röd salisk gnejsgranit närmast leptiterna och en Arnögranitliknande porfyrgranit längre därifrån. I kustbältet är denna efter kontaktplanen följande differentiation ofta mycket vackert framträdande; här kunna strimmor av amfibolit, grå natronbetonad gnejsgranit och röd kalirikare dylik intimt växellagra, givande upphov till egendomliga banddifferentiationszoner, vilkas genomsnittssammansättning sannolikt står den homogena gnejsgraniten mycket nära. Med avseende på gnejsgraniternas kristallinitet företer de stratigrafiskt högre liggande zonerna merändels medelkornighet under det att djupare zoner ofta ha grov porfyrgranitisk utbildning.

Filipstadgranitens geognostiska uppträdande och differentiationsformer hava förut berörts (sid. 599).

De allmänna förskiffringsriktningarna i området äro illustrerade i fig. 7. Redan vid sin första översiktsresa i norra och västra

[1] En dylik statigrafisk uppfattning har framställts av TÖRNEBOHM (Överblick över Sveriges urformation. G. F. F. Bd VI sid. 593) och antydes redan av HUMMEL (Om Sveriges lagrade urberg. S. G. U:s publ. Ser. Ac. 1875, sid. 60 etc.).



Granitområden. Förskiffringsriktningar.

Fig. 7. Översiktskarta, illustrerande förskiffringsriktningarnas förlopp i Östergötland och sydöstra Södermanland. 1 : 1.000.000.

delarna av Östergötland frapperades förf. av den stora strukturskillnad, som råder mellan östra och västra delarna av landskapet. Suprakrustalformationen i nordvästra Östergötland har med undantag för nordligaste delarna och granitkontaktzonerna en merändels leptitisk utbildning eller svagare gnejsighet, sällan ådergnejsutbildning. Urgraniterna försvara vanligen granitnamnet och visa oftast endast mot sina kontakter en flasrig eller gnejsig utbildning.

Denna övervägande leptitiska struktur och tydliga urgranitutbildning härskar fram emot trakterna söder om Norrköping, den förloras dock åt öster inom geol. kartbladet Norrköping. Strykningarna inom detta mera välbevarade område äro förhärskande Ö—W eller OSO—WNW. Vecknings- eller sammantryckningsriktningen visar sig i huvudsak vara N—S, i vilken riktning veckningsaxlarna visa sig skarpt småveckade. Längdaxlarna (i O—W) visa endast svaga undulationer. Stängelighetsförteelserna äro inom detta område relativt sällsynta. Kommer man emellertid upp på Kolmården och dess fortsättningsrygg fram emot sjön Glan möta ådergnejser av varierande typer; redan norr om Norrköping upp emot Kolmårdsbranten överfaras starkt pegmatitsliriga grå leptitsgnejser. Ådergnejsmotivet följes över Bråvikens stränder norrut åt Södermanland, söderut över östra delarna av kartbladen Norrköping och Gusum och hela kuststräckan, varest förf. närmare studerat dessa gnejstyper å kartbladen Gottenvik och Torönsborg. I kuststräckan är ådergnejsutbildningen mest pregnant, en betydande procent av leptitgnejsernas bergartsmassa utgöres här av pegmatitmaterial, och även gnejsgraniterna få ofta ådergnejskaraktär.

Samtidigt med, att dessa stora strukturförändringar träffa det äldre urberget, ändrar även Filipstadgraniten karaktär. I västra delarna av området har den oftast en utomordentligt vacker massformig struktur, som österut kan följas ända in i Graversforsmassivet. I de smärre granitområdena i Stafsjö- och Nyköpingstrakterna blir ofta en tydlig fluidalsstruktur skönjbar, yttrande sig genom parallellanordning av fältspatögonen. Massivens gränser bli även mindre tvära med gnejsiga granitzoner intill kontakterna. Inom kartbladen Gottenvik och Torönsborg jämte östra delarna av Norrköping och Gusum äro Filipstadgraniterna utbildade som grova ögongnejser, vilka lokalt t. o. m. kunna antaga slirgnejskaraktär. Tillsammans med dessa säregna metamorfiska strukturer möter i själva kustzonen och de yttre öbanden ett nytt i N—S riktat strykningssystem, vilket i yttersta havsbandet ofta blir allenarådande (kartbladet Torönsborgs havsbandszon). In mot väster interfererar denna strykningsriktning med den förut omtalade ost-västliga, vari-

genom bizarra, buktande och slingrande strykningar uppkomma, vilka helt sätta sin prägel på kusttopografien och skärgården.

Förenat med den nya strykningsriktningen, uppträder i kustbältet en mycket stark sträckningsstruktur, vilken i Östergötlands yttre skärgård nästan antar karaktären av en förskiffring. Längre åt väster fortsätter den med huvudsakligen åt öster riktade stänglighetsstrukturer, vilka någon enstaka gång kunna kasta över åt väster, samtidigt som bergarterna äro fullständigt horisontallägriga. Stänglighetens och sträckningens stupning är vanligen 40°—50°, sällan brantare men mycket ofta vida flackare. De genomsätta även de metamorfa Filipstadgraniterna (ögongnejserna), vilkas flasrighet följer sträckningsriktningen.

Tolkningen av dessa sträckningsföreteelser och med dem förknippade fenomen visar sig genom dessa strukturers betydliga utbredning vara ett omfattande urbergsproblem. GAVELIN [1] har iakttagit likriktade sträckningsstrukturer inom nordöstra Smålands skärgård, likaså har förf. följt dessa så långt in i Södermanland som till Tystbergatrakten och åt väster in i Marmorbruksfältet, varest de liksom i sydöstra Sörmland och Östergötlands skärgård visa ett intimt samband med västligt riktade isoklinala uppveckningar. Orsakerna till dessa sträckningsföreteelser synas endast kunna tolkas i en riktning: inom berggrunden i Östergötlands kusttrakter och sydöstra Sörmland föreligger en regional spänningsutlösningszon, med andra ord en bergskedjezon, vars bredd i Östergötland uppgår till c:a 4 mil. Dess förnämsta särkaraktär är den regionala ådergnejsbildningen, som tydligt visar sig vara yngre än skärgårdens metabasitgångar och sålunda måste anses som ett ganska sent arkäiskt strukturdrag, till vars bildningssätt förf. är böjd att ansluta sig till de riktlinjer, som genom den s. k. pegmatitpalingenesen angivits av HOLMQUIST.

De magmaintrusioner av Filipstadgranitålder, som i Östergötland utbreda sig inom den förmodade bergskedjezonens västra front, visa sig påverkade av såväl magmatisk som dynamisk metamorfos, och inom själva bergskedjezonen förete de lagerintrusionssätt (ögongnejserna inom havsbandszonen på geol. kartbladen Torönsborg och Gottenvik). Likartat uppträda en del inom Östergötlands skärgård förefintliga aplitgraniter, av stor likhet med s. k. serarkäiska graniter. Tunabergsområdets serarkäiska graniter [2] liksom även Marmorbrukets turmalinpegmatiter och finkorniga graniter jämte de inom geol. kartbladet Tärna uppträdande serarkäiska graniterna

[1] Beskrivning till kartbladet Loftahammar.
[2] Jfr H. E. JOHANSSON, Om Tunabergs kopparmalmsfält. S. G. U. Ser. C. 221.

visa ett lagerformigt intrusionssätt, som påfallande konkordant följer kustzonsveckningen. En möjlighet öppnas här i fråga om tolkningen av dessa finkorniga graniters och till dem anslutna pegmatiters ålder: liksom Filipstadgraniterna visa de avgjort sammanhang med kustzonens veckningsföreteelser och stå sålunda sannolikt i genetiskt samband med Filipstadgraniterna.

Vid en återblick på de veckningsföreteelser, som studerats inom det av denna uppsats berörda området, framträder den skillnad, som förefinnes mellan västra Östergötland och kustzonen. Den inom västra området uppträdande regionala täta nord-sydliga uppveckningen träffar framförallt leptitformationen, man skulle därför kunna benämna densamma leptitveckningen. *Kustzonsveckningen* däremot trycker sin prägel på alla urbergets bergarter och har ett så deciderat utbredningsområde, att man kan jämföra den med en bergskedjezon. En mycket bestämd ålderskillnad gör sig gällande mellan leptitveckning och kustzonsveckning: för den senare måste man antaga en sen arkäisk ålder. Att inom kustzonen bedöma de metamorfiska drag, som tillhöra den äldre veckningen faller sig helt naturligt mycket svårt, men må till denna fråga betonas den relativa strukturskillnaden, som förefinnes mellan äldre och yngre magmabergarter. Inom den yngre magmaserien visa isynnerhet grönstenarna vackra primära strukturdrag, vilka däremot fullständigt utplånats inom gnejsgranitserien. Likaså visa de yngre graniterna (Filipstadgranitserien) inom kustzonen intet samband med det äldre urbergets ost-västliga riktningar, de äro sålunda endast berörda av den från öster kommande sträckningen.

Inom grannområdena till det av denna uppsats berörda gebitet framträda analogier, som särskilt vad den av SUNDIUS[1] uppställda jämförelsen mellan Åtvidabergstrakten och de av GAVELIN undersökta skärgårdsområdena inom norra Småland beträffar, bli markanta. I denna jämförelse framträder särskilt den skillnad med vilken en yngre metamorfos präglar bägge områdena. Inom kusten yttrar den sig som »deformationen och metamorfos», i det västligare området med »stress och lokal deformation». En äldre veckning och metamorfos har träffat bägge områdena.

Något avlägsnare ligger en jämförelse, som med stöd av HOLMQUISTS nyligen publicerade uppsats över »Stockholmstraktens berggrundstektonik»[2] låter sig göras. Även dessa nordligare trakters yttre skärgårdsområden visa en mot fastlandets ost-västliga stryk-

[1] Åtvidabergstraktens geologi och malmfyndigheter. S. G. U:s publ. Ser. C. N:o 306, sid. 83.
[2] G. F. F. Bd 43 1921.

ning kontrasterande nord-sydlig strykning. Likaså uppträder här en pregnant ostlig sträckning.

En fråga av stort intresse är granitformationernas intrusionstid i förhållande till veckningsperioderna. I sin uppsats om graniternas intrusionssätt framhåller GEIJER[1] sambandet mellan urgraniternas intrusionsakt och en veckningsperiod. Längre än så går SUNDIUS[2] som tänker sig Åtvidabergstraktens gnejsgraniter delvis protoklastiskt stelnade innan de utsattes för veckningens senare inflytelser, omkristallisationsgranulering och kataklas. Inom kustzonen kan man vad gnejsgraniterna beträffar ej bedöma sambandet mellan deras intrusion och leptitveckningen. Urgraniterna i inre Östergötland visa såsom nämnts ofta starkt flasriga randzoner, ett förhållande, som talar för ett intimare samband med leptitveckningen. Sambandet mellan kustzonsveckningen och Filipstadgraniternas intrusion är vad den yttre skärgården beträffar ganska tydligt. Denna intressanta fråga liksom flera inom denna uppsats framförda synpunkter, hoppas förf. framdeles bli i tillfälle att närmare belysa.

[1] Bull. af Geol. Inst. af Upsala Bd. XV, sid. 48 etc.
[2] Op. cit.

Typen und Nomenklatur der Adergesteine.

Von

P. J. Holmquist.

Es ist das Verdienst von J. J. Sederholm, die Bedeutung der sog. Adergneise in der Geologie des Urgebirges hervorgehoben zu haben.[1] Sederholm gab bekanntlich diesem Phänomen eine Deutung, die in engem Anschluss an die herrschenden Vorstellungen über magmatische Injektion stand und daher recht allgemein angenommen wurde. Für seine Idee einer Feininjektion von eruptivem Material (Granit) in einem præexistierenden Gneisgestein schlug Sederholm die sehr expressive Benennung *Arterit* vor. Die Arterite wären somit als gleichsam von frischem Blut ausgefüllte »granitisierte», Gneisgesteine zu betrachten.

Eingehende Studien über die Adergneise Schwedens hatten mir indessen gezeigt, dass diese Auffassung Sederholms von der Bildungsweise der Adergneise im allgemeinen nicht berechtigt war, und dass die Adern bei der regionalen Metamorphose entstandene endogene Bildungen der Gneisgesteine sind.[2] Sie treten nämlich *meistens* regional auf und stehen dann in keiner Beziehung zu den Graniten. Das Adermaterial ist dabei auch so intim mit der Gneismasse verschwommen und macht einen so grossen Anteil — nicht selten mehr als die Hälfte — derselben aus (Fig. 1), dass eine Entstehung durch Injektion ganz ausgeschlossen erscheint. Eine Entstehung von Adergneisen durch magmatische (granitische) Intrusion

[1] Über eine archäische Sedimentformation im Südwestlichen Finnland. Bull. comm. géol. de Finlande. N:o 6, Helsingfors 1899. Von Granit und Gneis. Bull. Comm. Géol. de Finlande. N:o 23, 1907.

[2] Ådergneisbildning och magmatisk assimilation. G. F. F. **29** (1907); 313.

wurde aber dadurch nicht verneint. Allein solche Adergneise, die wahren Arterite, sind mehr lokale Bildungen, und sie erreichen niemals die feinverteilte und gleichmässige Struktur der regionalen Adergesteine.

Diese verschiedenen Auffassungen von den Adergneisen wurden bei einigen Gelegenheiten im Geol. Verein diskutiert, aber die Meinungen der Fachgeologen sind fortgesetzt in dieser Frage geteilt[1] wie hinsichtlich mehrerer anderer der schwierigeren Gneisprobleme.



Fig. 1. *Venitgneis*, Ostseite von Ingarö (Skälsmaraö) im Schärenhof von Stockholm. Die Adermasse, Alkalifeldspate und Quarz, macht mehr als die Hälfte des Gesteins aus. Genetischer Typus 4.

Indessen habe ich vor kurzen zeigen können, dass pegmatitisches und aplitisches Material im Verband mit der regionalen Metamorphose des Urgebirges tatsächlich neu entstanden ist, und dass die Adergneisbildung damit in Zusammenhang steht.[2] Diese Pegmatitbildung ist mit keinen tieferuptiven Vorgängen verknüpft, steht aber mit den inneren Deformationen der Gesteine, die der regionalen Metamorphose gefolgt sind, in enger Verbindung.

---

[1] Siehe die Diskussion anlässlich der Schärenfahrt der Exkursion C 1 auf dem XI. Internat. Geologenkongress zu Stockholm 1910, Compte Rendu, S. 1324 und W. Ramsay: Geologiens grunder (1912): 156.

[2] Om pegmatitpalingenes och ptygmatisk veckning. G. F. F. **42** (1920); 191.

Mit der sehr interessanten Arbeit von V. M. GOLDSCHMIDT »Die Injektionsmetamorphose im Stavanger-Gebiete»[1] ist die Diskussion über die Adergneisbildung in eine neue Phase eingetreten. GOLDSCHMIDT stellt solche Adergneise unter die injektionsmetamorphen Gesteine. Sie sollen ihre Ausbildung durch die gleichzeitige Wirkung eindringender Eruptivmassen und der regionalen Faltungsmetamorphose erhalten haben. Es wurde angenommen, dass in solchen Fällen in den Magmen vorhandenes oder aufgenommenes Wasser eine Hydrolyse der Feldspate bewirkt, wodurch Alkalisilikatlösungen entstanden seien, die bei niedrigerer Temperatur Tonsubstanzen der Nebengesteine in Alkalifeldspate umwandeln können. Es sollen durch diesen Verlauf sog. gefeldspatete Schiefer entstehen, deren Masse durch die Stuffzufuhr um 30 % zugenommen haben könnte. Daneben nimmt GOLDSCHMIDT im Sinne SEDERHOLMS eine Injektionsmetamorphose an, wodurch Ader- und Augengneise unter *mechanischer* Mischung von Sediment- und Eruptivmaterial gebildet worden seien.

Es ist nicht meine Absicht, hier auf die von GOLDSCLMIDT vorgeführten Beweise seiner Auffassung von der Bildung der Adergneise näher einzugehen.[2] Ich bin in soweit mit ihm einverstanden, als ich glaube, dass injektionsmetamorphe Vorgänge, wie er sie geschildert hat, zur Ausbildung der Schiefertypen in Injektionsgebieten der Faltungszonen beigetragen haben.[3] Wie GOLDSCHMIDT selbst erwähnt, kommen aber Adergneisbildungen auch ausserhalb der Intrusionszonen der Hochgebirge vor.[4] Im Grundgebirge von Fennoskandia treten sie hauptsächlich nur in dieser Weise auf. Sie sind in Schweden meistens als ausgesprochen regionale Bildungen bekannt und können in diesem Falle nicht, ohne den tatsächlichen Verhältnissen Gewalt anzutun, mit Intrusionsvorgängen in Verbindung gestellt werden.

Betreffs der Feldspatbildung in den Schiefern bemerkt GOLDSCHMIDT,[5] dass die dazu nötigen (Alkali)-Lösungen auch durch andere Vorgänge in den Faltungszonen als durch magmatische Intrusion (z. B. kataklastische Sericitbildung) entstanden gedacht werden können. Dass wir hier und in entsprechenden Vorgängen der tieferen

---

[1] Videnskapsselskapets skrifter. I. Mat.-Naturv klasse 1920. No. 10.

[2] Bei der Diskussion in G. F., dieser Band. S. 473, wurden diese Beweise besprochen.

[3] Schon früher habe ich hervorgehoben, dass einige Adergneise durch Injektion gebildet worden sind.

[4] L. c. 52.

[5] »Verfeldspatung» oder Ausbildung »gefeldspateter Schiefer». GOLDSCHMIDT. L. c. 121.

Niveaus in der Tat den grossen Faktor der Gesteinsumformungen in den Faltungszonen gegenüber stehen, scheint mir eben mit Rücksicht auf die regionalen Verhältnisse unzweifelhaft. Durch die Anwesenheit der Intrusivmassen werden diese Vorgänge hauptsächlich nur intensiviert (oder beschleunigt), qualitativ aber nur wenig verändert.

In der bisherigen Behandlung des Problems der Adergneise sind meistens nur hochmetamorphe Bildungen und unter diesen nur die

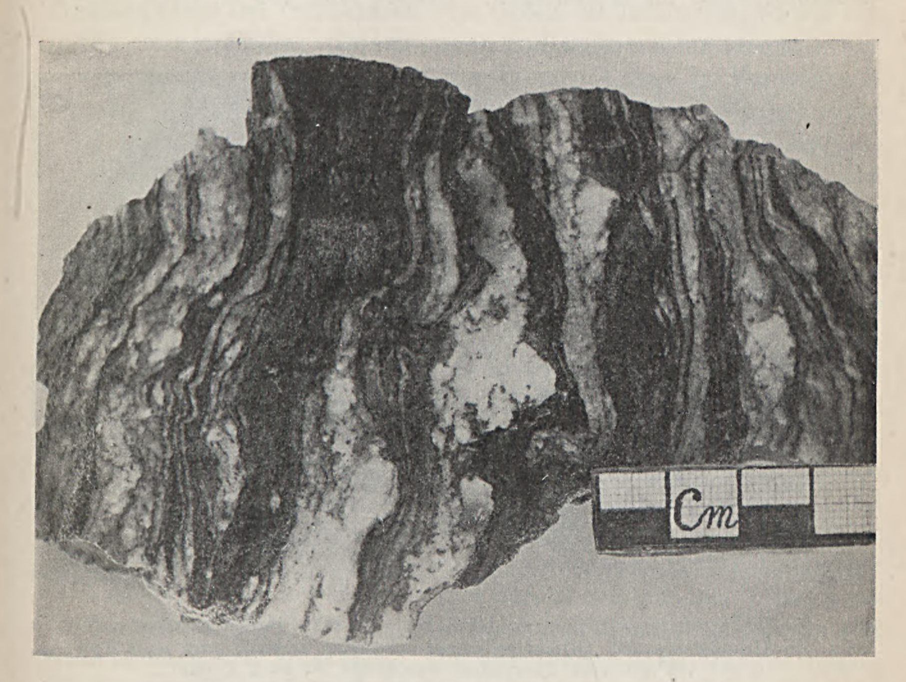


Fig. 2. *Quarzvenit* (— Glimmerschiefer) vom Pahtajaure im Torneträskgebiet, Nordschweden. Typus 3.

Quarz-Feldspat-Adergneise berücksichtigt. Offenbar handelt es sich aber um eine ganze Reihe von *Neubildungen* in mehr oder weniger metamorphen Gesteinen, *deren gemeinsamer Zug die Kleinfaltung der Gesteinsmasse ist*, und die bei allen Arten der Faltungsmetamorphose und in sehr verschiedenen Gesteinen auftreten können. Aderanhäufungen sind bei gefalteten Sandsteinen, Quarziten, Quarzschiefern, Tonschiefern, Kalktonschiefern und Kalksteinen gleichwie in kristallinen Schiefern und Gneisen beobachtet, und dabei kann die Adermasse aus Quarz, Kalkspat, pegmatitischem, aplitischem

oder granitartigem Material bestehen. In anderen Fällen treten Amphibol und bisweilen Erzminerale als Aderfüllmasse auf.

Über die Natur der Aderbildungen im alpinen Gebiete äusserte sich A. HEIM folgendermassen: »Das Material dieser gewöhnlichen Gesteinsadern ist durch Auslaugung des Gesteines gewonnen und deshalb in Kalksteinen meistens Kalkspath, in Sandstein, Tonschiefer etc. Quarz neben Kalkspath.»[1] Diese Äusserung bezieht sich aber nicht besonders auf die lamellare Aderstruktur, sondern auf Aderbildungen im allgemeinen. Erstere sind von A. HEIM bei einer



Fig. 3. *Quarzvenit* (— Glimmerschiefer) von Narvik. Doppelte Aderstruktur, in dem die Grundmasse des Glimmerschiefers aderartig zerteilt, etwa nach Typus 2, und von gröberen Quarzadern durchsetzt ist nach Typus 3.

späteren Gelegenheit einleuchtend besprochen worden. Er bemerkt darüber folgendes: »Weisse Calcit- und Quarzlagen finden sich massenhaft auf den Schichtfugen der Umbiegungskniee von Fältelungen im dunklen Bündnerschiefer und bei vielen anderen gefältelten Schiefergesteinen aller Art, während sie zwischen den Schichtenschenkeln völlig fehlen. Durch die Anhäufung an diesen Stellen geringsten Druckes, durch ihre fast sekretionsähnliche Struktur und durch den Mangel an Farbstoff kennzeichnet sich hier der Lösungsumsatz oder Lösungstransport während der Faltung und als Folge

[1] Untersuch. über die Mechanismus d. Gebirgsbildung, II: 14 (1878).

des Dislokationsdruckes. In fein gefälteltem dichtem schwarzem Malmkalk vom Piz Frisal, den Windgällen, vom Hüfigletscher, vom Pfaffenkopf, vom Titlis finden sich oft eine Menge feiner, scharf abgegrenzter, weisser, dünner Calcitlagen in den Schichtfugen zwischen den schwarzen Schichten in den Regionen der Umbiegungskniee — — — — — — — — — Sie sind durch Lösungsumsatz und Lösungstransport während der Faltung entstanden.»[1]

Ähnlich wie hier HEIM äussert sich T. NELSON DALE in seiner Beschreibung der Strukturen von Green Mountain Region im östlichen Nordamerika: »Quartz veins and lenses occur almost everywhere in the sericite-schist of the Taconic Range in Vermont and Massachusetts, and also characterize the cambrian-silurian schist mass of Hoosac Mountain, some of them are evidently in bedding planes; others, however, lie in cleavage planes crossing the former, and others again occur in joints.» — »The question arises whether those which lie in the bedding planes are silica which has filtered into partings between the strata formed during their plication and metamorphism, or whether they are replacements of sedimentary material.»[2] NELSON DALE spricht sich dafür aus, dass die Quarzlinsen der Schichtflächen in einer der folgender Weisen entstanden sein können: »1) As infiltrations in partings parallel to the bedding during plication and metamorphism. 2) As infiltrations in small, plicated, stretched and fractured beds of quartz sandstone or quartzite. 3) As replacements of calcareous beds after their plication and stretching.» Nach C. L. WHITTLE sollen ähnliche Quarzadern in Glimmerschiefer aus Vermont durch die Zersetzung ursprünglicher Silikatbestandteile des Gesteins und daraus entstandenen Überschuss an Kiselsäure gebildet sein. Gleichzeitig freigemachte Tonerde und Kali bildeten den Muskovit.[3] Die angeführten Äusserungen folgen offenbar den damals und fortdauernd geltenden Auffassungen von der Ausfüllung von Gesteinsspalten und Entstehung von epigenetischen Adern. Neu war aber die Deutung der Paralleladern als durch die besonderen mechanischen Vorgänge bei dem Faltungsprozess entstanden. Für HEIM war diese Deutung eine direkte Folgerung aus seinen fundamentalen Darlegungen von den Vorgängen bei der Faltung starrer Schichtkomplexe. Es war durch diese klargestellt, dass bei der Kleinfaltung solcher Komplexe in nicht zu

[1] A. HEIM: Nochmals über Tunnelbau und Gebirgsdruck und über die Gesteinsumformung bei der Gebirgsbildung. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, **53** (1908): 56.

[2] U. S. Geol. Survey XVI, Ann. Rep. (1894—1895): 556—558. Auch Monographs, XXIII. Geology of the Green Mountains (1894): 148.

[3] Angeführt von NELSON DALE. L. c.

grosser Tiefe eine Neigung zu Gleitbewegung und Parallelkluftbildung vorhanden ist, während die Gleitbewegungen in den Schenkelstrecken sich mit einer Kompression und Auswalzung verbinden. Das Gesteinsmaterial fliesst dadurch von den Schenkeln den Umbiegungen zu, gleichsam von einem Druckmaximum zum Minimum, und letzteres ist oftmals so ausgeprägt, dass klaffende Spalten dort, d. h. an den Umbiegungsstellen, entstehen.[1] Ohne Zweifel sind diese klassischen Beobachtungen und Darlegungen von HEIM für das Verständnis der weitverbreiteten Aderbildungen äusserst wichtig. Sie stellen die Aderbildungen in Faltungsgebieten den Brec-



Fig. 4 (Calcit-) *Venitkalkstein* vom Nuolja im Torneträskgebiet. Grauer unreiner geschichteter Kalkstein, im Liegenden einer Gro sfalte deformiert und mit Aussonderungen weisser Calcitmasse gepickt. Typus 3.

ciestrukturen der Bruchregionen als tektonisch äquivalente Bildungen gegenüber. Bei Faltungen sind erstere die natürlichen Bruchformen, und ganz wie im letzteren Falle die Querspalten mit Lateralsekretionsmaterial oder mit den umgebenden Gesteinsmassen entnommenen Substanzen ausgefüllt sind, so stammt auch meistens die Füllmasse der Paralleladern der kristallinen Schiefer aus der nächsten Umgebung.

Die Injektions- und Imbibitionshypothesen suchen aber in magmatischen Wirkungen, durch Injektionskontaktmetamorphose (Injektion und Metasomatose), die Ursache der Spaltenfüllung. Dabei

[1] Man vergleiche die wohlbekannten Abbildungen in HEIMS Werke, besonders Tafel XV, Fig. 7 und 8.

bleibt meistens die Mechanik der Spaltenbildung ausser Betracht. Unbeachtet bleibt auch die nahe stoffliche Beziehung, die zwischen der Aderfüllung und dem umgebenden Gesteinsmateriale vielmals unzweifelhaft vorhanden ist. Wie schon hervorgehoben, kommen z. B. in quarzreichen Gesteinen meistens Quarz in kalkigem Calcit vor. In Gebieten, wo Pegmatit-Aplitmasse als Adersubstanz fungiert, sind es die Quarz-Feldspatgesteine, Gneise und Leptite, welche die adergneisartige Ausbildung zeigen. Den Grünsteinen fehlt dann dieselbe ganz, wenn sie auch stellenweise von einzelnen oder gescharten dünnen *Gängen* oder *Linsen* aus Pegmatit oder Aplit durchwoben sind.

Durch einige Beispiele soll das angeführte Verhältnis näher beleuchtet werden:

Quarz-Feldspatadergneis. Dies ist der Haupttypus der Adergneise. Besonders im Grundgebirge kommt derselbe häufig vor und nimmt weite Areale ein, aber auch unter den Hochgebirgsbildungen, nämlich in den hochmetamorphosierten Regionen, z. B. im Åreschiefer (Åregneis) und in dem von V. M. GOLDSCHMIDT geschilderten Stavangerfeld,[1] sind derartige Gesteine vorhanden. Da ich bei einer früheren Gelegenheit in dieser Zeitschrift die archäischen Quarz-Feldspatadergneise ziemlich eingehend besprochen habe, kann ich auf diese Schilderung verweisen.[2] Nur sei hier bemerkt, dass, wie später erörtert werden soll, unter den Quarz-Feldspatadergneisen mehrere Typen unterschieden werden können.

Quarzadergneisartige Schiefer. Solche sind in den Hochgebirgsgegenden recht allgemein. Ich habe sie mehrmals beobachtet, z. B. in den archäischen Quarzglimmerschiefern am Wassijaure in Lappland[3] (Fig. 2). Bei Narvik in Nordnorwegen zeigen die quarzreichen Hochgebirgsschiefer auch eine derartige Ausbildung (Fig. 3). Von den Grundgebirgsgebieten kann ich weiter ein Vorkommen an der Ostseite Utöns bei Bovik anführen. In den gefalteten quarzreichen Schiefern der Dalslandserie scheinen ähnliche Bildungen in dem Tonschiefer allgemein zu sein.[4]

Calcitaderige Schiefer sind sehr allgemeine Bildungen in gefalteten, mehr oder weniger metamorphosierten Kalktonschiefern. Ich habe solche gesehen in dem Sulitelmagebiet und auch in anderen

---

[1] L. c.

[2] Ådergneisbildning och magmatisk assimilation. G. F. F. 29 (1907): 313.

[3] Einen *Aderquarzit*, aus kambrischem Quarzitsandstein entstanden, beschrieb G. FRÖDIN in Bull. of the Geol. Institution of Upsala XIII (1916): 269 (Der Oldengranit und die subkambr. Denudationsfläche in Jämtland).

[4] D. HUMMEL och E. ERDMANN: Beskrivning till geol. kartbladet Baldersnäs, S. 54 (1870).

Teilen der Hochgebirgszone. Am Torneträsk zeigt das Kalksteinlager, das in mächtigen flachgelegten Falten an der Ost- und Nordostseite des Nuolja unter den Granatglimmerschiefer hinabtaucht, eine aderartige Parallelstruktur. Die unreine, dunkelgraue Kalksteinsmasse enthält nämlich zahlreiche, kleine, dem Fallen parallelgelagerte, plattige Linsen von weissem, körnigem Kalkstein (Fig. 4). Diese sind offenbar sekundär im Verband mit der Faltungsdeformation und Umkristallisationsmetamorphose entstanden. Aus dem Grundgebirge kenne ich kein Beispiel von calcitaderigen Schie-

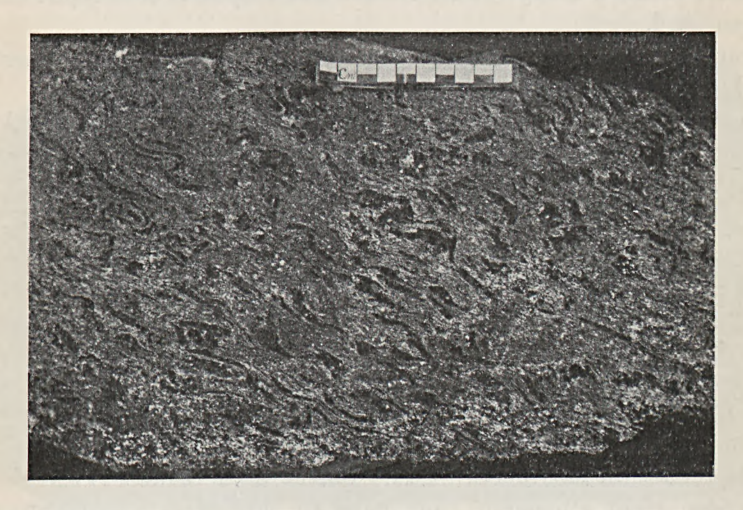


Fig. 5. *Venitamphibolit*, Stora Widskär bei Runmarö. Durch Differentialbewegungen geschieferter und kleingefalteter Amphibolit (-Gang). Dunkle grobkristalline Hornblende als parallelorientierte (schief zur Gangrichtung gelagerte) Aussonderungen. Typus 4.

fern. Schwach kalkhaltige Sedimentgesteine sind dort nicht allgemein, und bei den kalkreicheren, z. B. den kalkgebänderten Leptiten und Hälleflinten, führt die Deformation gewöhnlich zum Zerbrechen der silikatischen Schichten unter Bildung der bekannten plastisch geformten Urkalkbreccien. Im Kalktonsschiefer der Dalslandsserie scheinen aderartige Calcitkristallisationen allgemein vorzukommen. [1]

Besondere Aderbildungen werden bisweilen beobachtet. Unter diesen sind zuerst die aderartigen Erzausscheidungen in gefalteten Schiefern zu erwähnen. Als solche deutet H. E. JOHANSSON die

[1] A. E. TÖRNEBOHM: Beskrivning till geol. kartbladet Upperud, S 36, 37 (1870) und V. KARLSSON och A. H. WAHLQVIST: Beskrivning till geol. kartbladet Rådanefors. S. 18 (1870).

mehr grobkristallinischen Ausscheidungen von Quarz, Braunspat, Albit, Chlorit, Kupferkies und Flussspat, die in der Erzlagerzone von Stora Strand in Dalsland, besonders wo das Erzlager mehr durchgreifende Störungen und Deformationen erlitten hat, beobachtet werden. Johansson hebt hervor, dass das Material dieser Ausscheidungen von der umgebenden Schiefermasse herstammen

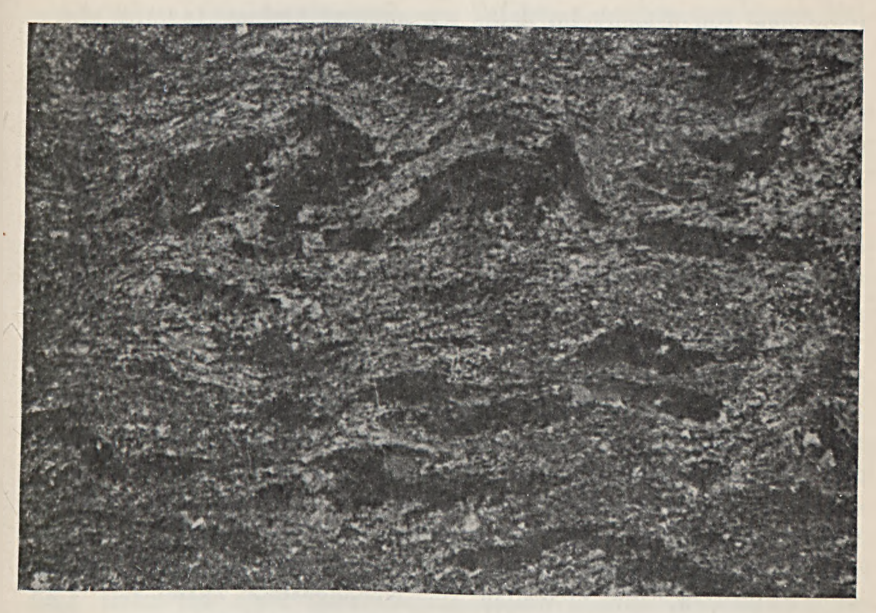


Fig. 6. Gefaltete *Hornblendeaussonderung*. Detail aus der Mitte der vorigen Figur. Venitamphibolit, Stora Widskär. Natürliche Grösse.

muss. Sie sind somit durch einen sekundären Umlagerungsprozess hervorgebracht, wobei einige der ursprünglichen Bestandteile des Schiefers aufgelöst und wieder auskristallisiert worden sind, ohne dass dadurch irgend ein wesentlicher Substanztransport geschehen ist. Möglicherweise können jedoch, wie Johansson betont, die mehr seltenen Bestandteile dieser Ausscheidungen, z. B. der Flussspat, von aussen zugeführt worden sein.[1]

In ähnlicher Weise wie diese Kupferkiesausscheidungen bei Stora Strand, scheint mir, muss das Kupfererz bei Garpenberg beurteilt werden. Auch in diesem Falle handelt es sich um eine aderartige Dissemination von Kupferkies in gefaltetem Glimmerschiefer, und

[1] H. E. Johansson: Om kopparmalmsförekomsterna vid Stora Strand i Dalsland. Sv. Geol. Unders. Årsbok 2 (1908): N:o 6 (Ser. C. N:o 214).

die Strukturen zeigen, dass die Kiesimprägnation von der Kleinfaltung abhängt, und dass eben durch diese den einstigen Erzlösungen die Möglichkeit, den Schiefer zu durchdringen, gegeben wurde. Vielleicht hat man bei Garpenberg mehr mit einem Transport der Erzmetalle zu rechnen, als es nach JOHANSSON bei Stora Strand der Fall ist.

Aderamphibolit. Bei den geologischen Untersuchungen im Schärengebiet von Stockholm habe ich auf der kleinen Insel Widskär unweit Runmarö ein Gestein angetroffen, das ich vorläufig als einen Aderamphibolit bezeichnen möchte. Dasselbe gehört einer Formation archäischer Grünsteingänge, sog. Amphibolite oder Metabasite an, die ursprünglich Basalte oder Diabase waren, aber durch die regionale Faltungsmetamorphose des Archaeicums in Plagioklas-Amphibolgesteine umgewandelt sind und dabei eine kleinkörnige, oftmals kristallisationsschieferige Struktur erhalten haben. Wenn sie in Quarz-Feldspatgesteinen der hochmetamorphosierten Regionen gangförmig aufsetzen, sind sie meistens durch den inneren Deformationsverlauf dieser Gesteine in Stücke zerrissen. Nicht selten sind die Gänge in dieser Weise in eine Reihe von Bruchstücken zerteilt, so dass man ganz den Eindruck erhält, als wäre das Nebengestein (Gneise und Leptite verschiedener Art) jüngeren Alters und hätte den Grünstein als Bruchstücke in sich aufgenommen.[1] Diese durch Druckdeformationen in dem festen Nebengestein zerteilten Grünsteinsgänge zeigen gleichwie das Nebengestein selbst eine kristalloblastisch-metamorphische Strukturentwickelung. Lineare Streckungsstrukturen, die bisweilen im Nebengestein entwickelt sind, finden sich dann auch in dem Amphibolit. Auf der Felseninsel Stora Widskär fand ich aber in einem solchen zerteilten meterbreiten Amphibolitgang eine Kleinfältelungsstruktur, die offenbar durch Differentialbewegungen in dem Nebengestein, einem porphyrischen Leptitgneis, hervorgebracht war. Diese ungewöhnlich schöne Strukturentwickelung zeichnet sich durch das Vorhandensein zierlich *gefälteter Adern aus schwarzer Hornblende* in der sonst feinkörnigen Amphibolitmasse aus (Fig. 5, 6).

Die Streichrichtung der kleinen Hornblendeadern bildet mit der Richtung (N—S) des Ganges einen spitzen Winkel, die ungefähr die Grösse hat wie die schräge Schieferung, die bisweilen in durch Differentialbewegungen deformierten Gängen beobachtet wird. Zum Teil sind die Adern geradlinig, zum Teil aber in Z-Form gefaltet. Offenbar sind dabei die Bewegungen und die Aussonderung der

[1] Es ist dies dasselbe Verhalten, das von SEDERHOLM in den Küstengebieten von Südfinnland beobachtet wurde. Vergl. G. F. F. **33** (1911): 481 und 42 (1920): 206.

Hornblende Hand in Hand verlaufende Prozesse gewesen. Die Hornblende ist, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, von ähnlicher Zusammensetzung wie diejenige Hornblende, die den Hauptgemengteil des Amphibolits selbst ausmacht. Auch in diesem Falle wurden also, ähnlich wie bei den quarzreichen Schiefern, Kalktonschiefern und Kalksteinen, die Adern mit einem Materiale gefüllt, das reichlich in dem Nebengestein vorhanden war. Eine magmatische oder kontaktmetasomatische Injektion erscheint in diesen Fällen ganz ausgeschlossen.

Von A. G. Högbom wurde aus der Region der Åreglimmerschiefer (Vällistafjället) in Jämtland ein »kleingefalteter Hornblendegneis» erwähnt, der auch eine schöne Aderstruktur erkennen lässt.[1] In diesem hornblendereichen Gestein bestehen aber die Adern nicht wie bei den Runmaröamphibolit aus Hornblende, sondern aus hellgefärbten Mineralen (Quarz, Feldspat?). Es ist zu beachten, dass dieser Åregneis den Charakter einer Metamorphose höheren Niveaus als das Runmarögestein an sich trägt.

Die Aderausbildung ist somit bei gefalteten Gesteinen eine allgemeine Erscheinung. Bei Umsehen unter diesen findet man eine Reihe anderer Bildungen, die sich den eigentlichen Adergesteinen anschliessen, aber doch in gewissem Grade von denselben verschieden sind. Es gibt in den an Pegmatit reichen Gebieten *riesenhafte Strukturen dieser Art*, wo die Adern eine Länge von einem Meter und mehr bei einer Dicke von mehreren Dezimetern zeigen. Ein solches Vorkommen ist der Pegmatitadergneis bei Trollhättan in Südwestschweden.[2] Andererseits findet man bei mikroskopischen Studien kleingefalteter Phyllite bisweilen ein Anzeichen von *mikroskopischer Aderstruktur*, die durch den Einfluss des Fältelungsprozesses auf den Kristallisationsverlauf der feinen Schiefermasse bedingt ist[3] (Fig. 7).

Aderähnliche Strukturen können auch durch Reliktbildung bei der destruktiven Metamorphose zustande kommen. Bisweilen findet man in mylonitisierten Graniten lang ausgezogene Reste des Granitmateriales, die dann makroskopisch aderartig hervortreten. Durch Kristallisationsgranulieren[4] von groben Graniten entstehen in ähn-

[1] A. G. Högbom: Norrland 1906: 69.

[2] Vergl. Fig. in G. F. F. **29** (1907): 433. Solche grobe Pegmatitadergneise sind auch bei Dalarö, SO von Stockholm, vorhanden.

[3] Die sog. *helizitische* Struktur scheint z. T. in dieser Weise entwickelt zu sein.

[4] Mit diesem Ausdruck bezeichnet auch P. Geijer (S. G. U. Ser. C *275:* 73 (1916). eine mit Umkristallisieren verbundene Deformation der Gesteinskomponente.

licher Weise oft sehr schöne Adergneise (Fig. 8). Noch allgemeiner kommt das entsprechende Verhalten bei deformierten geschichteten Gesteinen vor. Besonders die grauen schichtstruierten Leptite ergeben durch Kleinfaltung Adergneise oder Aderglimmerschiefer, die wohl meistens als echte Adergneisgesteine aufgefasst werden. Die quarzfeldspatreichen Lagen solcher Schiefer sind zerrissen und gebogen und von der mehr femischen Schiefermasse, die mehr plastisch umgeformt wurde, umschlossen. Die aderartigen Reliktmassen, die auf solche Weise zustande gekommen sind, haben meistens auch

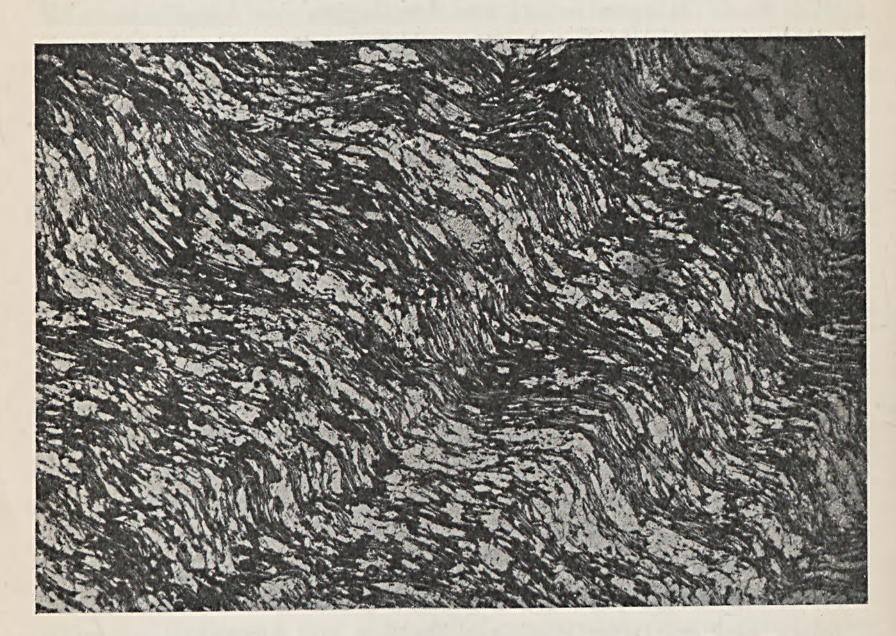


Fig. 7. *Mikrovenit*, Phyllitglimmerschiefer vom Torneträsk. Die Kristallisation in Verbindung mit Mikrofaltung und der ursprünglichen Schichtung bedingt die Entwickelung den Mikrovenitstruktur. Vergrösserung 20 ×. Typus 2.

durch Umkristallisation eine mehr oder weniger veränderte Struktur bekommen, wodurch sie bisweilen pegmatitartig oder aplitisch erscheinen können. Der Verband mit dem anfänglichen Gestein lässt sich aber im Felde feststellen.

Die Aderbildungen im allgemeinen bezeugen, dass das Gestein während der Vorgänge, die zu ihrer Ausbildung führten, noch fest war, und dass seine Festigkeit in der Weise die Faltung zu beeinflussen vermochte, dass kleine Höhlungen entstanden oder wenig-

stens Druckmaxima resp. -Minima sich ausbildeten, so dass Lösungen ihren Weg durch das Material finden und den Zerrungsräumen Mineralsubstanzen zuführen konnten. In den alpinen Gebieten geschah dies wohl meistens infolge des Aufeinandergleitens der Schichtenteile während der Aufblätterung besonders an den Umbiegungstellen, die, wie HEIM bewiesen hat, mit dem Faltungsprozess verbunden und für diesen in der Tat eine notwendige mechanische Bedingung ist. Im Grundgebirge begegnet man mehreren Typen von Adergesteinen, nämlich ausser den genannten alpinen, solchen, die



Fig. 8. *Venitgneis* aus Wärmland, Westschweden. Geschieferter und kleingefalteter Gneisgranit mit beginnender Aderbildung durch Umformung der älteren Struktur Typus 1.

durch Umbildung älterer Strukturen entstanden sind. Durch ultraregionalmetamorphe Vorgänge entsteht bisweilen eine schlierige Auflösung älterer Strukturzüge, besonders bei den Quarz-Feldspatgesteinen. Diese werden dann plastisch umgeformt, die Adern verlieren sozusagen ihre Individualität oder Sonderstellung in der Gesteinsmasse, und das Ganze erhält dadurch beinahe den Charakter einer fluidalen Erscheinung (Fig. 10). Pegmatit- und Aplitmaterial fehlt in solchen Schlierengneisen wohl niemals. Zahlreiche Strukturtypen sind hier zu unterscheiden. Sie entsprechen den graduellen Übergängen der »Zone of fracture», d. h. in diesem Falle der Zone

der Faltungszerrungen oder Druckinhomogenitäten und der »Zone of rock flowage», wo die mechanischen Verschiedenheiten der Gesteinsteile allmählich schwinden und der Druck allseitig wird.

Diesen mannigfachen Formen, in denen die regionale Metamorphose das Gesteinsmaterial umkleidet, stellen sich dann die *wahren Injektionsgneise* an die Seite. In den Gebieten der regionalen Pegmatite treten palingenetisch entstandene Pegmatit- und Aplitmassen auch als Injektionen auf (Fig. 9). Dies ist eine Folge der sukzessiven Erstarrung solcher pegmatitpalingenetischen Komplexe. Aus den noch flüssigen (tieferen) Teilen derselben werden bei fortgesetzten Deformationsbewegungen die Pegmatit-Aplitmagmen in die schon verfestigten Pegmatitisierungskomplexe eingepresst. Es entstehen



Fig. 9. *Venitleptit* (Arterit) von Rönnklippan, N bei Runmarö Grauer Leptit, im einem pegmatitpalingenetischen Gebiet kleingefaltet und von palingenetischem Aplit intrudiert. Zwei gekreuzte Adersysteme. Typus 5, z. T. 4.

auf diese Weise Gesteinsmassen, in denen der Pegmatit sowohl als kleine Massive, Linsen, endogene und exogene Adern wie endlich auch als (jüngste) quer durchbrechende Gänge vorhanden ist (Fig. 9).

Solche Injektionsgneise oder *Arterite*, deren exogenes Material aus wahren Eruptivmagmen herstammt, spielen meiner Meinung nach nur eine untergeordnete Rolle An den meisten Granitkontakten fehlen derartige Bildungen ganz.[1] Dies ist der Fall nicht nur im Grundgebirge, sondern auch in unsren Hochgebirgsregionen. Auch in solchen Fällen, wo eine Granitinjektion ältere Schiefergesteine sehr innig durchdrungen hat, so dass keine Kartierung, son-

[1] Auch die Feldspatisierung dürfte in Wirklichkeit bei unseren Granitkontakten eine sehr seltene Erscheinung sein.

dern nur Abzeichnungen das Verhalten richtig wiedergeben können, ist es jedoch meistens nicht zu einer Aderinjektion gekommen. Ich kann in dieser Hinsicht auf das Verhalten der Granite im Sulitelmagebiet verweisen, wo ungeachtet der innigen Durchdringung der Granite in den Schiefern keine Adergneise vorhanden sind.

Die Bildung und Häufung von Quarz-Feldspatadern in Schiefergesteinen ist aber trotzdem in manchen Intrusionsgebieten eine besonders hervortretende Erscheinung. Ich glaube aber, dass man diese Tatsache zwanglos erklären kann, ohne eine spezielle Art von Kon-

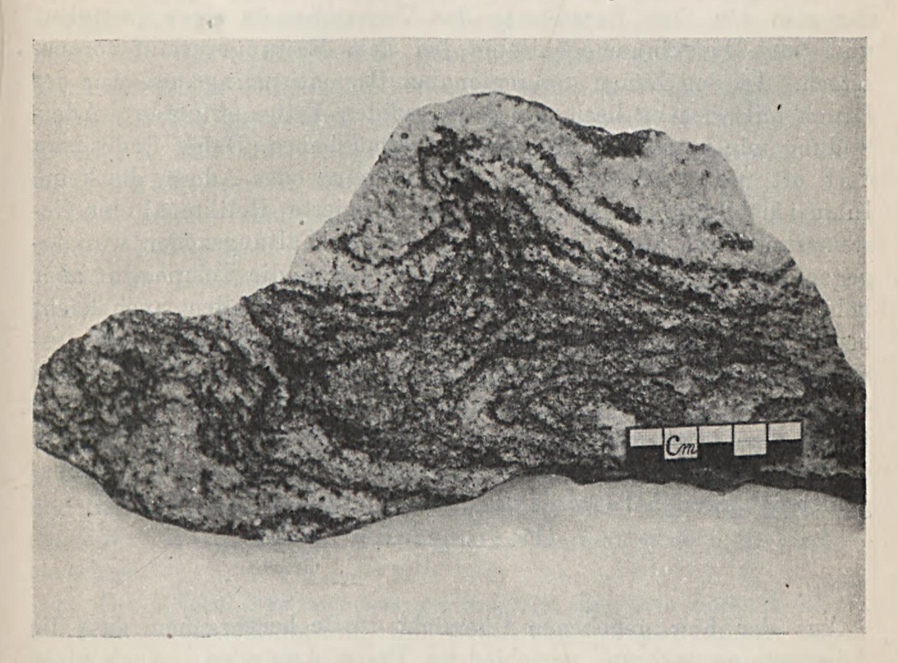


Fig. 10. *Venitgneis*, Södermanland. Typus 4. Ultrametamorpher Lateralsekretionsvenit mit schlieriger Struktur.

taktmetamorphose annehmen zu müssen. Schon aus dem Vorkommen der regionalen Adergneise geht nämlich hervor, dass die Bildung von Quarz-Feldspatadern eine Erscheinung der hochmetamorphosierten Zonen ist. Diese Struktur wird offenbar durch das Zusammenwirken der Kleinfaltung und der Verhältnisse der Tiefenmetamorphose entwickelt. Ohne erstere kommen die Adern nicht zustande, und in geringen Tiefen, wo keine Pegmatit-Aplitmagmen gebildet werden können, füllen sich die Adern nur mit »niedrig temperierten» Mineralen (Calcit, Quarz, hydrothermale Feldspate usw.). In den Gebieten, wo Faltungen und magmatische Injektion

gleichzeitig eintrafen, sind dagegen die Bedingungen für eine pegmatitische (aplitische) Aderbildung manchmal sehr günstig gewesen. Während der Injektionsperiode herrschte dort *eine mit mässigem Druck verbundene hohe Temperatur, und leichtbewegliche Lösungsmittel waren reichlich vorhanden.* Wenn aber keine Kleinfaltung in diesen Zonen eintraf, oder wenn die Kleinfaltung und die Intrusion nicht zu gleicher Zeit wirksam waren, dann kam auch in den Intrusionsgebieten keine Adergneisbildung zustande. Wie schon hervorgehoben, sind die Aderstrukturen Spaltenformen, die also für ihre Entstehung das Vorhandensein einer Festigkeit und von Druckinhomogenitäten bei dem Faltungsverlauf voraussetzen. In den Zonen der regionalen Pegmatitpalingenese war der Druck teilweise zu hoch, um eine auf den Falten orientierte Aderbildung wie in alpinen Gebieten zu ermöglichen. Daher findet man dort oft mehr schlierenartige Adergesteine oder Adern, die keine Intrusionsbildungen, sondern umkristallisierte Relikte älterer Gesteinsstrukturen sind. In intrusionsreichen Faltungszonen war dagegen der Druck verhältnismässig geringer, die Temperatur aber höher. Lösungen verschiedener Art waren vorhanden, auch leicht bewegliche Magmen (Pegmatite, Aplite) traten auf. Der Faltungsverlauf bei mässigem Druck öffnete die vielen kleinen Kanäle nach den Trennungsflächen der Gesteine. Das Zusammenwirken dieser Umstände ist es, das eine reiche Entwickelung epigenetischer und darunter auch magmatischer Aderbildungen in alpinen Intrusionsgebieten bisweilen hervorgerufen hat.

Aus der hier gegebenen Übersicht dürfte hervorgehen, dass die Adergesteine mehrere verschiedene Typen darstellen. Auch nicht die Adergneise sind einerlei Art, sondern sowohl petrographisch wie genetisch verschieden. Bei einem Versuch, die Haupttypen zu beschreiben und zusammenzustellen, findet man sogleich, dass die *Nomenklatur* nicht ausreicht. Adergneise können nur einige dieser Gesteine genannt werden. Die übrigens sehr gute Benennung Arterite hat eine ganz bestimmte Bedeutung, die nur in einigen Fällen mit den Tatsachen übereinstimmt, so dass sie sonst nicht ohne Missverständnis angewendet werden kann. Hierzu kommt weiter das Bedürfnis nach Bezeichnungen, die die Adergesteine hinsichtlich der Zusammensetzung sowohl der Adern wie der umgebenden Gesteinsmasse petrographisch charakterisieren.

Zusammenfassend sind alle die fraglichen Gesteinsbildungen als

Adergesteine zu bezeichnen.[1] Da aber dieser Name besonders in Zusammensetzungen unbequem ist, scheint es angemessen, dafür eine neue Bezeichnung einzuführen. Ich schlage vor, den Ausdruck *Venite* (von lat. venæ = Adern; vergl. franz. veine, engl. vein) für Adergesteine im allgemeinen zu gebrauchen. In Zusammensetzungen hätte man dann Venitschiefer, Venitgneise, Venitkalksteine, Venitamphibolite usw. für verschiedene Adergesteine, und Quarzvenite, Calcitvenite, Amphibolvenite, Quarz-Feldspat-(oder Pegmatit- resp. Aplit-)-Venite, wenn die Aderfüllmassen bezeichnet werden sollen. Venit sollte als ein rein petrographischer Sammelname für alle Adergesteine gebraucht werden. Also soll damit keine genetische Bedeutung verknüpft sein. Dies ist umso notwendiger, als die Meinungen über die Bildungsweise fortdauernd sehr differieren und eine endgültige Erklärung der Adergesteine noch nicht erreicht werden kann.

Nach meiner Auffassung verteilen sich die Venite auf folgende *genetische Typen:*

I. Aus *Relikten* älterer Strukturen entstanden. *Syngenetische Venite.*

1) Die Adern sind aus einer älteren *Granitstruktur* durch Deformation und teilweise Umkristallisation gebildet. Gute Beispiele dieser Art von Venitgneisen finden sich in den Gneisgranitgebieten Schwedens. In SW-Schweden habe ich solche in den sog. Eisengneisregionen (Fig. 8) und in Ostschweden z. B. auf Huvudskär und in mehreren anderen der Küstengegenden von Stockholm beobachtet. Weiter ist der Granatgneis Södermanlands z. T. hierherzurechnen.

2) Die Adern stammen aus *gebänderten Leptiten*, deren Schichtstruktur durch Kleinfaltung und Fliess-Clivage zerrissen ist, wobei die hellen Quarz-Feldspatlagen in »Adern» umgewandelt sind. Auf Persholmen bei Utö hat man ein ausgezeichnetes Beispiel dieses Typus. Vergl. auch Fig. 7.

II. Die Adern sind durch Ausfüllung von Zerrungsräumen, die durch Kleinfaltung hervorgebracht sind, entstanden. *Epigenetische Venite.*

A Die Füllmasse stammt aus dem Nebengestein, *Lateralsekretionsvenite.*

---

[1] Von der Bezeichnung Adern sagt HEIM: »Der Ausdruck Adern ist gebräuchlich, aber nicht sehr treffend, weil die Mineraladern nicht cylindrische, sondern plattenförmige Mineralmassen sind» (Mechan. d. Gebirgsbildung II: 14, 1878). Wiewohl aber diese Anmerkung ganz richtig ist, gibt es gegenwärtig wohl kaum einen Ausweg, der fraglichen Bezeichnung zu entgehen und eine neue den räumlichen Verhältnissen besser passende zu finden.

3. Bei niedrigen und mässig hohen Temperaturen gebildet. Diagenetische und metasomatische Bildungen. Hierher sind die zahlreichen Adergesteine aus nicht eruptivintrudierten Faltungsregionen zu rechnen. Die Adern bestehen meistens aus Quarz oder Kalkspat. (Fig. 2, 3, 4.)

4. Bei höheren Temperaturen entstandene Lateralsekretionsvenite, *Ultrametamorphe Lateralsekretionsvenite*. Es sind solche Aderbildungen, die im Verband mit der regionalen Pegmatitpalingenese auftreten, welche diesen genetischen Typus repräsentiren. Im Grundgebirge Schwedens sind dieselben in allen hochmetamorphen Gneisgebieten allgemein vorhanden. Bei Trollhättan und auf Dalarö sind typische Beispiele zu sehen. Hierher gehört auch der oben beschriebene Amphibolvenit aus dem Runmarögebiet. (Fig. 1, 5, 6, 9, 10.)

B. Die Adern sind durch magmatische Injektion in Verbindung mit Kleinfaltung entstanden. Dies sind die *Injektionsvenite* oder wahren *Arterite*.

5) Arterite, deren Injektionsmaterial von der Pegmatitpalingenese herstammt. Solche Arterite treten mit den Typen der vorigen Abteilung (4) verbunden auf. (Fig. 9.)

6) Arterite, deren Injektionsmaterial von Tiefengesteinsmagmen (Graniten) herstammen. Derartige Adergesteine sind in Kontaktzonen solcher Eruptivmassen vorhanden, die in die Faltungszonen während der Faltung eingedrungen sind.

Von diesen genetisch verschiedenen Veniten sind meiner Meinung nach die unter I aufgeführten geologisch und besonders im Grundgebirge von der grössten Bedeutung. Sehr weitverbreitet sind auch die Lateralsekretionsvenite. Die Arterite, welche Kontaktbildungen und also an Eruptivmassen gebunden sind, haben naturgemäss eine mehr beschränkte Verbreitung als die regionalen Bildungen.

Die Typen 1—4 können als endomorphe, 5—6 als exomorphe Venitbildungen bezeichnet werden. Die ultrametamorphen Venite stehen zu Schlierengneisen in naher Beziehung. Die strukturelle Ausbildung der letzteren deutet nähmlich auf ein Zusammenwirken von hoher Temperatur und hohem Druck, d. h. Bedingungen, die einer mechanischen Homogenisirung der Gesteinsmassen zustreben und somit die bei den Veniten sonst herrschende mechanische Verschiedenheit von Gestein und Adermasse ausgleichen. (Fig. 10.)

Bei der regionalen Metamorphose werden im allgemeinen die Gesteine unter verschiedenen Temperatur- und Druckverhältnissen mechanisch durchgearbeitet und von Lösungen durchdrungen. Veränderungen diagenetischer, metasomatischer, pneumotolytischer palingenetischer oder magmatischer Natur sind die Folge dieses Verhal-

tens. Unter dieselben gehören als mechanisch und stofflich begünstigte Neubildungen die Gesteinsadern. Letztere spielen in der Gneisbildung eine grosse Rolle. Im Grundgebirge nehmen wiederum die Gneisgesteine die grössten Areale ein. Mit einer genaueren Kenntnis der Aderbildung und der Venite eröffnen sich daher neue Möglichkeiten zur Erhellung der wichtigen archäischen Gneisprobleme.

En profil genom fjällen vid Kaitumälven.

Av

Alvar Högbom.

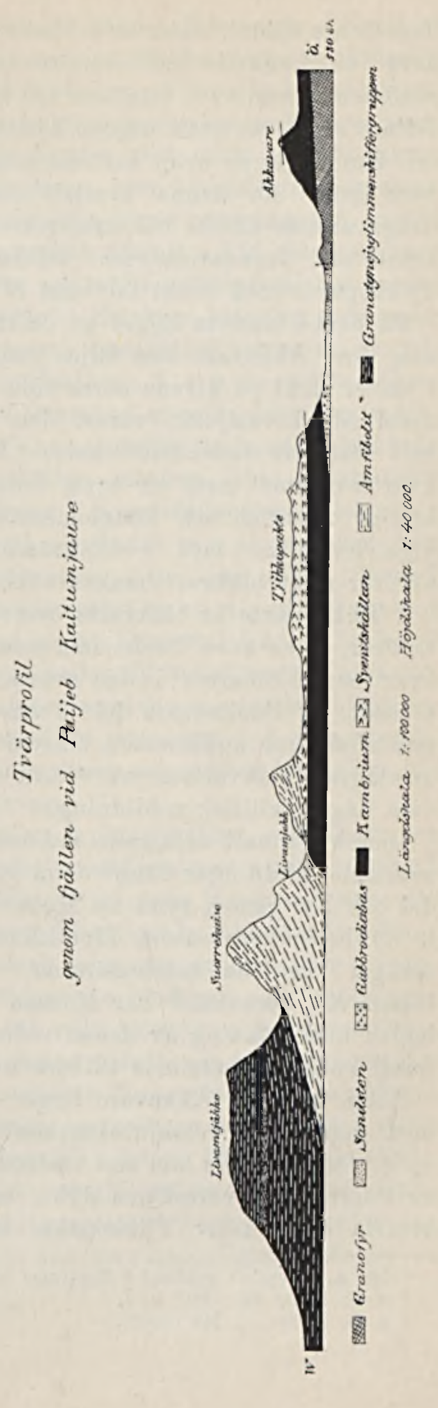
Efter att sommaren 1914 hava haft tillfälle deltaga i de av professor P. Quensel då påbörjade undersökningarna av Kebnekaiseområdet, företog förf. 1917 en kortare översiktsresa kring de övre Kaitumsjöarna. Rekognoseringen omfattade huvudsakligen fjällen på Kaitumälvens södra sida samt Kårsotjåkko ned mot Teusadalen. Av den topografiska kartan att döma borde här goda profiler kunna erhållas, varjämte området var ämnat utgöra fortsättning på Kebnekaiseundersökningen fram mot Luleälven och Sarjekfjällen. I tanke att kunna fortsätta den påbörjade rekognoseringen hava anteckningarna från 1917 blivit liggande. Då emellertid denna tanke icke synes kunna bliva realiserad, åtminstone inom de närmaste åren, kan ett framläggande av gjorda iakttagelser som ett bidrag till den nu aktuella fjällgeologien anses motiverat. Beskrivningen av profilen sker från öster till väster, med anslutning till förut befintliga uppgifter om dessa och närliggande trakters geologi.

Det enda som hitintills egentligen publicerats från ifrågavarande område är en översiktskarta av Svenonius.[1] Han betecknar *urberget* i Akkavare, varifrån nedanstående profil utgår, såsom röd granit och svenitporfyr. Den röda graniten utgör foten av Akkavares västra del. Strukturen är småkornig granofyrisk med stundom porfyrisk utbildning. Sammansättningen karaktäriseras av riklig pertitisk mikroklin, ofta i strökornsartade individ, kvarts, delvis granofyrisk i kalifältspaten, oligoklas-albit samt obetydligt biotit och magnetit. Accessoriskt förekomma titanit och apatit. Sekundära mineral äro klorit och muskovit samt på vissa klyvytor makroskopiskt iakttagen

[1] G. F. F. Bd 32 (1900) h. 4.

flusspat. Närmaste blottning väster om Akkavare är en liten kulle vid Vuolle Kaitumjaures västra ände, varest jag påträffade en breccia med rödlätta små brottstycken i en gråviolett mellanmassa. Strukturen är finkornig, leptitisk med enstaka kött röda mikroklinpertitiska strökorn. Sammansättningen motsvarar granitens, men synes här leptitstrukturen framkallad genom granulering, varvid även den granofyriska sammanväxningen blivit upplöst, på samma sätt som av I. Högbom[1] anförts från Nybergsfältets leptiter. Mellanmassan skiljer sig från brottstyckena blott genom ännu finkornigare struktur och genom sin klorithalt.

Efter en av kvartära avlagringar täckt sträcka möter i Tjikkopaktes östra fot en småkornig diabas med svartbrun—svartgrön färg och ofitisk struktur. Monoklin, diallagartad pyroxen, labrador, biotit och magnetit sammansätta den svartbruna typen. I denna relativt friska form uppträder plagioklasen i breda zonarbyggda lister med utåt avtagande kalkhalt (kalkrik labrador—labradorandesin). Såväl plagioklasen som den vanligen tvillingbildade pyroxenen äro mörkpigmenterade. Den svartgröna färgen hänför sig till omvandlade partier, varest pyroxenen omvandlats i uralitiskt hornblände. Vi-



[1] G. F. F. 42 (1920) h. 3.

dare finnes epidot, rester av labrador samt magnetit. SVENONIUS (l. c.) anför en liknande gabbrodiabas såsom bäddar i och över Sjöfalls-sandstenen, som av S. hänföres till kambrosiluren. Enligt samme författare skulle kvartsit utgöra kambrosilurens underlag i Tjikkopakte och kan möjligen ovan anförda, genom breccian antydda, dislokation vara gräns för denna kvartsit mot öster. I varje fall hänför jag ifrågavarande diabas till urberget som ingående element i den subkambriska denudationsytan, vilken kan iakttagas i Akkavare och Tjikkopakte med flackt fall mot NW (140 m på 6 km).[1]

På denna landyta ligger en omkring 300 m mäktig sedimentserie som från Akkavare han följas genom Tjikkopakte till Livamvagge i väster samt på älvens norra sida. Lagerställningen är horisontell ända till Livamjokk, varest den övergår till brant stupning (45°) mot väster in under Suorrekaise. I Akkavare visar en profil underst kvartssandsten med en tunn horisont av något grövre, fältspathaltigt material och konglomeratartat utseende. Därpå följa sandiga lerskiffrar med kvartsitränder, mörka grå eller grå-röda lerskiffrar samt blåkvartsbankar växlande med skifferhorisonter.

I Tjikkopakte är blåkvarts övervägande, vilande på svarta koliga skiffrar, vilka även förekomma som oregelbundna inlagringar i blåkvartsen. Kolhalten i den svarta skiffern uppgår till något 10-tal procent. I Puoitesvare på älvens norra sida iakttogs en av dessa svarta skiffrar uppkommen blåsvart fet vittringsjord. I Livamjokk överlagras blåkvartsen av svarta skiffrar, vilkas översta horisonter visa något fyllitisk utbildning.

Denna normalt avlagrade sedimentserie ansluter sig helt till motsvarande bildningar längs östra randen av fjällkedjans nordligaste del och har genom fynd av Hyolithus bl. a. i Akkavare (SVENONIUS l. c.) betecknats såsom Hyolithuszonen, vari innefattas hela den östliga, klastiska kambrosiluren. I samband med HOLMQUISTS[2] arbeten vid Torneträsk har MOBERG[3] utfört en stratigrafisk-palæontologisk undersökning av denna sedimentserie, vilken genom ett antal fossil kunnat bestämmas tillhöra underkambrium.

Allra överst i Akkavare ligger en liten rest av en eruptivskålla med markerad överskjutningskontakt mot underliggande sedimentserie. Denna skålla kan mot väster följas en sträcka av 2 mil till foten av Suorrekaise, varest den dyker ned under amfiboliten. Den utgör översta delarna av Tjikkopakte samt Puoivitsaråtsavare å älvens

---

[1] Jfr. A. GAVELINS gradient i Routivare 80 m på 3.5 km. G. F. F. 37 (1915) h. 1.
[2] G. F. F. Bd 32 (1910) h. 4.
[3] S. G. U. Ser. C. 212 (1908).

norra sida, varförutom den även är känd i Savovagge. Kemiskt är denna skålla mycket enhetlig men visar en hel serie strukturella variationer, samtliga beroende på kataklas av växlande intensitet. De övre och östliga delarna visa kakiritiska former med breccieriug, varvid kloritiska glidplan skilja partier med relikt granitstruktur visande den primära sammansättningen, som klassificerar bergarten såsom kvartssyenit. Pertitisk mikroklin utgör huvudmassan, vartill kommer något kvarts samt accessorisk titanit. Vid starkare uppkrossning framträda intakta större mikroklinpertitindivid i en massa av nybildad klorit, sericit och epidot. Starkare kataklas giva typer visande av dessa nybildade mineral framkallad sekundär fluidalstruktur kring de enstaka porfyroklasterna, d. v. s. de relikta mikroklinkornen. Då porfyroklasterna försvinna uppstår felsitiska, mörkgröna former, som makroskopiskt likna underliggande något knådade svarta skiffrar. Längst ned i skållan iakttogs ljusa kvartsitiska myloniter med antydan till bandning. Kvartsfältspatsekretionerna i dessa typer kunde i första hand användas som skiljetecken från verkliga kvartsiter. Sammansättningen i en ljus något bandad »ultramylonit» från Livamjokk visade enligt en av mig utförd partiell analys god överensstämmelse med en av QUENSEL[1] från Kebnekaise analyserad mylonitgnejs Kiselsyrehalten 62,20 % synes på intet sätt anmärkningsvärd för ovan i syeniten angivna mineralkombination. Hela strukturutbildningen inom skållan motsvarar f. ö. den utvecklingsgång QUENSEL[1] funnit i Kebnekaise och vilken han gjort till föremål för en särskild undersökning.

Beträffande åldersbestämningen av mylonitskållan, som återfinnes såväl i Torneträsk-[2] och Kebnekaise[2]-områdena som i Sarjekfjällen,[3] gå meningarna något i sär. HOLMQUIST och HAMBERG[3] anse att mylonitskållan uppbygges av urberg eller algonk. QUENSEL[2] ansluter sig till den förra åsikten i huvudsak, men gör undantag för pertitofyrerna i Savovagge, vilka äro identiska med vad som uppbygger Kaitumprofilens enhetliga skålla, och vilka QUENSEL anser såsom överskjutna kaledoniska eruptiv. Till denna sistnämnda åsikt ansluter jag mig av flera skäl. Ingenstädes på sträckan Torneträsk—Kvikkjokk synas i mylonitskållan ingå de kvartsiter, grönstenar eller graniter, vilka till största delen utgöra silurens liggande i öster. Skulle sagda skålla bestå av överskjutet prekambriskt material måste man under fjällkedjan antaga en tämligen enhetlig syenitisk berggrund, vilket antagande synes väl långsökt. Vidare kan man näppeligen vänta att ett

[1] Bull. Geol. Inst. Upsala Vol. XV. 1916.
[2] G. F. F. Bd 41 (1919) h. 1.
[3] G. F. F. Bd 32 (1910) h. 4.

hopveckat och sedan överskjutet prekambirum skall visa så massformig och väl bevarad utbildning som vissa partier i skållans kakiriter Då mylonitskållan sålunda knappast kan vara prekambrisk men dock visar påverkan av bergskedjebildningen måste dess ålder vara kaledonisk. Från Routivareområdet anför GAVELIN[1] den s. k. anortositplattan såsom en över kambrosiluren skjuten skålla uppbyggd av en genom differentiation uppkommen bergartsserie, vari även syeniter ingå. Denna differentiation har försigått i en under bergskedjeveckningens sista skede intruderad magma. Vad Kaitumprofilens skålla beträffar har jag icke kunnat konstatera någon dylik differentiation ej heller någon pyrogen inverkan på underlaget Syeniten synes sålunda i huvudsak hava stelnat som djupbergart och först därefter av de bergbildande rörelserna blivit transporterad upp över den i öster liggande sedimentformationen.

Nästa element i profilen är *amfiboliten*, som möter i Suorrekaise samt dessutom intager huvudpartiet av Kårsotjåkkos fjällmassiv mot Teusaälvens dalgång. Vid en exkursion genom detta stora massiv från Tjikkovagge till Ådnajokk och längs denna till Teusaälven, erhölls en inblick i amfiboliternas strukturvariationer. I de högsta topparna är amfiboliten utbildad såsom en massformig plagioklas-hornbländebergart med gabbroid struktur. Utom vanligt grönt hornblände i oregelbundna korn finnes labrador mestadels i breda tavlor, varjämte även apatit, kalkspat, granat och stundom skapolit uppträda i växlande men underordnade mängder. Amfiboliten har ofta ett slirigt eller fläckigt utseende, som redan på avstånd ger sig tillkänna i fjällväggarna. De mörka partierna innehålla hornblände och plagioklas i lika delar, medan de ljusa huvudsakligen bestå av plagioklas med enstaka biotitfjäll. Även iakttogs vackert slingrande mörka band i den ljusa massan. På grund av att amfibolitens uppträngande och stelning skett under inverkan av tryck, visa ofta fjällväggarna en viss orientering av slirorna, som divergera från roten uppåt och mot öster. I Suorrekaise kan vidare iakttagas huru amfiboliten mot botten genom den under rörelse skeende differentiationen fått ett bandat utseende.

Förskjutningar och ökat tryck hava framkallat omkristallisation med nybildning av biotit, epidot, zoizit och något kvarts. Vid ökade förskiffringsrörelser i amfibolitens botten uppstår en grön skiffer av plagioklasrester, klorit, zoizit, epidot, granat och kvarts. Amfiboliten stupar i Suorrekaises östra del 45° mot W, i väster flackare till horisontell.

---

[1] G. F. F. Bd 37 (1915) h. 1.

Inuti Kårsotjåkko har Ädnajokk utskurit ända till ett 30- tal meter djupa cañons i förskiffrad amfibolit, vars lagerställning visar flackt fall in mot massivets centrum. Sammansättningen är oligoklasandesin, små hornbländerester, biotit, epidot och zoizit.

Beträffande amfibolitens förhållande till mylonitskållan kan detta icke med säkerhet fastställas dels på grund av förskjutningarna dels ock på grund av de för amfibolitfjällen karaktäristiska, rikliga talusbildningarna, men synes dock strukturutbildningen tala för att amfiboliterna äro äldst.

Längst i väster följa *seveskiffrarna* med brant stupning mot väster närmast amfiboliten och sedan med flackare till horisontell lagring. Redan fältarbetet gav vid handen att seveskifferbegreppet här får omfatta såväl eruptiva som sedimentära bergarter med högkristallin utbildning, granatgnejser och granatglimmerskiffrar.

I Livamtjåkkos 900 m. höga brant mot Kaitumälven erhölls möjlighet till en god profil genom de flackt liggande skiffrarna och gnejserna. Längst ned ligger en finkornig gulvit gnejs med talrika muskovitporfyroblaster och granater. Huvudbeståndsdelarna äro mikroklin, oligoklasalbit i ringa mängd samt kvarts. Den torde vara av otvivelaktigt eruptivt, kaledoniskt ursprung. Ovanpå denna följer en finkornig gråröd muskovitglimmerskiffer med rikligt med granater. Kvarts, biotit samt något albit äro karaktärsmineralen i denna som metamorf lerskiffer uppfattade bergart, vilken även anstår i Tjäktjajokks mellersta lopp och i övrigt hör till de mest utbredda typerna. Ovanpå denna följa bl. a. gråvita små—finkorniga biotitgnejser med bandning och mylonitgnejsig struktur. Här och var synas enstaka rundade albitporfyroblaster i en av mikroklin, kvarts, något oligoklas, biotit samt enstaka granater och större titanitkristaller bestående huvudmassa. Enstaka fina kvartsfältspatådror liknande den först omnämnda gnejsen uppträda konkordant med bandningen. Denna bergart bör sålunda betecknas såsom en porfyroblastisk gnejs med till största delen eruptivt material.

En annan ögongnejsigt utbildad typ återfinnes även i profilen. Denna visar ett grått lerskifferliknande utseende med talrika vita, nästan glasiga porfyroblaster. Grundmassan utgöres av kvarts, biotit, rikligt med fältspat samt underordnat zoizit, granat och titanit. Biotiten är vanligen jämte något kvarts och muskovit samlad i smala band, vilka böja sig kring porfyroblasterna och framkalla en fluidalliknande struktur. De mestadels lentikulära porfyroblasterna bestå än av rena albitindivid, än av albitaggregat med något kvarts och slutligen även av albit, kvarts och mikroklin, med myrmekitisk sammanväxning av kvarts och albit. Denna

skiffer är en typisk representant för en genom injektionsmetamorfos uppkommen porfyroblastskiffer.

Ett nästan klastiskt utseende visa prov från profilens mitt representerande en grå finkornig lersandsten med kvartsiträndеr. Huvudmineralen äro kvarts och finfördelad biotit med enstaka plagioklas- och granatindivid. Här och där synas muskovitbelagda glidytor.

Lagerställningen i fjällets västra del är i det stora hela horisontell med endast obetydliga spår av en transversell veckning. Ungefär mitt i profilen visar en zon på ett par meters mäktighet intensiv liggande veckning. Denna zon över- och underlagras av samma bandade gnejs men med horisontell lagring. Fortsättes profilen uppåt synes i stort dess nedre del upprepas men i omvänd ordning, vilket tyder på att den till omkring 900 meter synliga mäktigheten uppkommit i ett mot öster överstjälpt veck, varigenom siffran för formationens verkliga mäktighet nedbringas till 450 m. Visserligen hava stora delar bortdenuderats, men utom det faktum att yngre eruptiv ingå i serien, får även för dessa nu bortförda delar räknas med upprepningar.

Att såsom bevis mot seveskiffrarnas kambrosiluriska ursprung anföra den stora mäktigheten måste med hänsyn härtill anses föga motiverat. Dessutom är icke känt huru stor mäktighet kambrosiluren uppnått i geosynklinalens centralare delar, vilken dock bör hava varit väsentligt större än de 300 m. som nu kunna iakttagas i den östliga siluren i synklinalens rand.

Innan jag övergår till frågan om seveskiffrarnas ålder må några från ovanstående utbildningsformer avvikande typer anföras. Här och var iakttagas gnejser sammansatta av mikroklin, kvarts, oligoklasalbit, biotit, muskovit och granat. De två sistnämnda äro senare utbildade som porfyroblaster. Strukturen är mylonitgnejsig. Dylika typer med identiskt samma struktur och sammansättning ingå i QUENSELS (l. c.) skålla av överskjutet urberg i Kebnekaise. Det intima sambandet med de övriga seveskiffrarna gör att jag räknat dem till dessa. Möjligheten finnes, att de skulle vara ytterligt fältspatrika injektionsgnejser, men anser jag dem för min del vara något omkristalliserade delar av samma pertitiska syenit[1], som i mylonitskållan.

I Leipipirtjåkkos västra ände anstår en tunn bank av en mörkgrön finkornig amfibolit innehållande hornblände, zoizit, granat. oligoklasalbit och titanit. Mycket närstående typer och med lik-

---

[1] Quensels pertitofyr i Savovagge l. c.

artat uppträdande i Tremolaserien från St. Gotthard i Alperna förklaras av L. HEZNER[1] på huvudsakligen kemiska grunder såsom metamorfoserad dolomitisk mergel. Bevisen härför äro dock föga vägande, varför jag trots saknaden av direkta observationer anser sannolikare att amfiboliten i fråga är utlöpare från amfibolitmassivet.

I den dåligt blottade dalbotten vid Ädnajokks sammanflöde med Teusaälven påträffades en häll med en brant mot norr, under amfiboliten, stupande kvarts-muskovitskiffer. I den finkorniga massan urskiljdes även epidot och klorit samt en grönaktig kloritoid. Då förhållandena i fält icke möjliggöra någon slutsats beträffande denna skiffers uppkomst må ett par jämförelser göras. En analog typ har jag iakttagit mellan en normal kärvskiffer och en överskjuten granit i nordligaste Jämtland, varest kloritoidskiffern synes hava uppstått genom överskjutningens inverkan på underlagets kärvskiffrar, genom diaftoritisering eller återgående metamorfos i enlighet med F. BECKE[2]. Samma uppfattning har GOLDSCHMIDT (se nedan) beträffande kvarts-muskovit-kloritoidskiffrar i Stavangerområdet och synes i anslutning härtill Teusa-skiffern få uppfattas såsom en diaftoritisk kärvskiffer

Ehuru parallellisering enbart på grund av petrografisk likhet ej alltid bör anses berättigad, synes dock undantag kunna göras. Genom arbeten såväl i norra som i sydligaste Lappland har jag haft tillfällen till jämförelser mellan de olika områdenas fjällformationer. Likhet i såväl geologiskt uppträdande som i petrografisk-mineralogisk utbildning böra dock anses tillfyllest då det gäller analogislut inom samma formation även över relativt stora avstånd. Sedan GAVELIN (l. c.) 1915 uttalat att i Routivareområdet mötande »seveskiffrar, sedan eruptiven frånräknats, väl passa att vara metamorfoserad kambrosilur», har seveproblemet blivit aktuellt i Sverige genom QUENSELS arbeten i Kebnekaise, varvid han på kemisk-mineralogiska grunder ansluter sig till GAVELINS uppfattning, som av denne ytterligare belysts genom analyser[3]. I Norge har seveskiffrarnas karaktär av metamorfoserad kambrosilur utvecklats av CARSTENS[4] samt av GOLDSCHMIDT[5] för Trondhjemsfältet och Stavangerområdet. I arbetet om sistnämnda område ingår G. på en närmare förklaring av de fältspatanrikade seveskiffrarna och begreppet injektionsgnejser.

---

[1] N. Jahrbuch f. Mineralogie XXVII. 1909.
[2] Tschermak Min. Petr. Mitt XXVIII. 1909.
[3] G. F. F. Bd 41 (1919) h. 5.
[4] Vid. selsk. skr. 1919 1 Oversikt over Trondhjemsfeltets Bergbygning.
[5] Vid. selsk. skr. I M.—N. Kl. Geol. Petr. Stud. im Hochgeb. d. südl. Norwegens III (1915) och V (1920).

Bland dessa i stort likartade åsikter förefinnas dock en del skiljaktigheter så tillvida, att orsaken till metamorfosen än hänföres till amfibolitintrusiven än till sura eruptiv och än till enbart regional omvandling. Vad som i stort gör sig gällande vid jämförelse av seven från olika delar av fjällkedjan är den rådande likformigheten, vad grunddragen beträffar, en likhet som icke synes mig förklarad genom kontaktmetamorf omvandling från ofta mycket olikartade eruptiv. Närmast till hands ligger att denna utbildning uppkommit vid sedimentformationens nedveckning, varvid dock de kaledoniska eruptiven genom ökad värme gjort sitt inflytande gällande. Utbildningen av injektionsgnejser är en särskild process bunden till eruptivens närmaste aktionsområden. För en säker slutsats angående injektionsmetamorfosens och regionalmetamorfosens inbördes förhållande är Kaitummaterialet för litet, men synes tyda på att injektionsgnejserna som sådana uppstått innan hela zonen fått sin regionalmetamorfa dräkt.

Från sydligaste Lappland må anföras ett förhållande på kontakten mellan St. Børgefjelds graniter och omgivande fyllit, vilken genomsättes av talrika gångar och ådror av granittyper växlande från syeniter till mikroklingraniter och oligoklasgraniter. Närmare graniten sammanflyta de båda komponenterna till »fyllitgnejs» identisk med GOLDSCHMIDTS injektionsgnejser. Denna gnejs uppfattades av OXAAL[1] i Jadnemklimpen såsom en basisk form av Børgefjeldsgraniten. Fältspatmaterialets sammansättning är beroende av eruptivens kali- eller natronbetonade karaktär.

Beträffande seveskiffrarnas paratyper anser jag dem sålunda vara resultatet av en regional metamorfos, varvid de kaledoniska eruptiven genom höjning av temperaturen bidragit till de högkristallina formernas utbildning, samt genom metasomatos framkallat injektionsgnejser i sin närmaste omgivning.

QUENSEL[2] säger beträffande seven i Kebnekaise, att denna icke kan vara utbildad ensamt av de bergbildande krafterna utan göras amfiboliterna ansvariga för den högkristallina utbildningen, därmed förläggande metamorfosens tyngdpunkt till amfibolitintrusiven. Den huvudsakliga inverkan amfiboliterna haft, synes mig dock vara en höjning av temperaturen i omgivningen, medan deras mera direkta påverkan genom materialtillförsel synes vara mycket liten, allrahelst med hänsyn till dessa intrusivs storlek.

Vad de i seveskiffrarna ingående eruptiva elementen beträffar anser jag dem såsom kaledoniska och samhöriga med mylonitskållans

[1] N. G. U. Aarbok 1909.
[2] G. F. F. Bd 41. h. 1. (1919).

syeniter, ehuru utbildningen blivit olikartad, då de som redan påpekats utsatts för den regionala omvandling, som seven undergått.

Slutligen må en kort jämförelse göras mellan Kaitumprofilen och den c:a 15 km norr därom liggande Kebnekaiseprofilen som QUENSEL[1] publicerat. Den mest i ögonen fallande skillnaden är amfibolitens förhållande till seveskiffrarna. Vid Kaitum ligger amfiboliten mellan seveskiffrarna och mylonitskållan, medan de förra i Kebnekaise helt uppfläkts av amfiboliten. Hade rekognoseringen hunnit utsträckas längre mot väster, torde även Kaitumprofilen kunnat visa, huru den sannolikt i Kaitumtjåkko anstående amfiboliten i likhet med förhållandet i Kebnekaise uppträngt under den västliga kambrosiluren och fläkt upp de västligast liggande seveskiffrarna.

För undersökningen tilldelades mig ett resestipendeium av Svenska Turistföreningen 1917, vilket jag härmed ber att få tacksamt erkänna.

---

[1] G. F. F. Bd 41.

Senkvartära nivåförändringar i Norden.

(Förelöpande meddelande.) [1]

Av

Ernst Antevs.

Sydöstra Norge.

Då iskanten stod vid Ed i Dal, var trakten där nedsänkt till marina gränsen, vilket framgår av förekomsten av såväl marginalterrasser som varvig lera tätt under den högsta nivå, dit havets inverkan kunnat följas.[2] Det är därför högst sannolikt, att landet några tiotal *km* från Ed i Dals Ed-moränernas fortsättning på andra sidan riksgränsen, det norra ra-stråket eller Femsjön—Moss—Larvik-linjen,[3] samtidigt likaledes var nedpressat till marina gränsen, som vid Fredrikshald ligger c:a 170 och vid Holmestrand 160 *m* ö. h.[4]

Nedpressat till M. G. vid isens avsmältning var säkerligen också Romerike, där ett avbrott i gränsens stigning anger livlig landhöjning vid istäckets försvinnande. M. G. ligger nämligen vid Kristiania vid 220.8, i Romerike vid c:a 215, S om Randsfjord vid c:a 220 och vid Elverum mitt för Mjösen vid 223 *m* höjd.[5]

---

[1] Det följande utgör en sammanfattning av ett föredrag, hållet i Geolog. Fören. den 6 maj 1920. Det publiceras nu, då den planerade utförliga redogörelsen måst anstå på grund av en studieresa i Nordamerika.

[2] G. De Geer, Geol. Fören. Förhandl. **31** (1909): 537, 539, 550.

[3] P. A. Öyen, Norsk Geol. Tidskr. **2** (1911).

[4] K. O. Björlykke, Norges Geol. Unders. n:r 65 (1913): 153.

[5] Björlykke, N. G. U. n:r 65 (1913): 146, 153; Kgl. Selsk. f. Norges vels jordbundsutvalg n:r 14 (1916): 24, 26. — Öyen, Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skr. 1914, n:r 6 (1915): 83.

Däremot är det kanske antagligt, att de yttersta delarna av Smaalenene, vilka började befrias från istäcket ungefär samtidigt med Halleberg, befunno sig i sänkning vid tiden för befrielsen att döma av den betydande landsänkning, som vid samma tidpunkt ägde rum i Bohuslän (jmf. s. 645), samt att M. G. här följaktligen inristades något efter isens försvinnande. Det samma var sannolikt också fallet vid inre Kristianiafjorden, i det här den finiglaciala sänkningen förmodligen inföll samtidigt med befrielsen från istäcket.

Under istäckets avsmältning var sålunda Kristianiafältet med all sannolikhet djupt nedsänkt, om också ej överallt till M. G. BJÖRLYKKE[1] framhåller också, att intet talar häremot under förutsättning, att Yoldialeran kan ha avsatts på upp till ett par hundra *m* djupt vatten. Och detta senare har utan tvivel kunnat vara fallet, ty dels drev under istidens senaste skede den stigande temperaturen helt säkert ned faunan på djupet, dels har f. ö. den viktigaste konstituenten, *Portlandia* (*Yoldia*) *arctica*, flerstädes anträffats levande på betydande djup i våra arktiska hav.[2]

Författaren kan sålunda ej dela BRÖGGERS[3] eller ÖYENS[4] uppfattningar om Kristianiafältets höjdläge vid tiden för landisens försvinnande.

Under iskantens stillestånd vid linjen Dals Ed—Moss befann sig trakten kring Ed i höjning såsom framgår av den marina gränsens fall N om moränlinjerna, terrassernas kontinuerligt avtagande höjd mot N, m. m.[5] Det är därför högst antagligt, att trakten kring Moss eller södra Kristianiafältet också gjorde detta.

Denna primofiniglaciala höjningsvåg följde inom Sverige den vikande iskanten åtminstone till Geijersdal, 35 *km* NE om Karlstad, där en erosionsdal i den nästan till M. G. uppbyggda marginalterrassen anger landhöjning, medan iskanten ännu befann sig i närheten.[6] Aremark, E och NE om Fredrikshald, höjdes härunder ett obekant belopp men sannolikt till ungefär 100-*m*-nivån.

Emellertid avlöstes landhöjningen i Aremark snart av sänkning, såsom tycks framgå av materialets beskaffenhet och molluskernas

---

[1] N. G. U. n:r 65 (1913): 147.

[2] Se: N. KNIPOWITSCH, Comptes rendus congr. natur. et médic. du Nord à Helsingfors 1902 (1903): 46; NILS ODHNER, Sv. Vet. Akad. Handl. **54** (1915), n:r 1: 60.

[3] N. G. U. n:r 31 (1900—01): 182, 187, 198, 297, 682, 685, 691, 698.

[4] Videnskabs-Selsk. Skr. I, Math.-Naturv. Kl. 1908, n:r 2: 32, 36. — Videnselsk. Forhandl. 1914, n:r 12: 15. — Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skr. 1914, n:r 6 (1915): 232, 233, 244.

[5] G. DE GEER, G. F. F. **31** (1909): 538.

[6] C. G. DAHL, G. F. F. **24** (1902): 74. — DE GEER, l. c.: 551.

frekvensväxling i några skalbankar.[1] Under denna finiglaciala landsänkning sjönk Aremark, tills det befann sig c:a 150 *m* under sitt nuvarande höjdläge. Transgressionsgränsen torde nämligen markeras av banken Kilebraaten, vilken tycks vara avsatt under landsänkning och påföljande höjning.

Den serofiniglaciala landhöjning, som nu inträffade, torde ha försiggått mycket raskt att döma av att i Smaalenene endast få avlagringar äro kända från densamma, och att i Romerike M. G. företer ett avbrott i stigningen. Tidpunkten för höjningen är genom detta senare sakförhållande fastställd.

Vid inre Kristianiafjorden, där M. G. ligger 180—221 *m* ö. h., torde landhöjning oavbrutet ha fortgått från tiden kort efter isens försvinnande tills strandlinjen befann sig c:a 130 *m* högre än f. n., då inga säkra bevis för oscillationer av densamma under nämnda förskjutning förebragts. Då strandlinjen nått nämnda nivå, tycks emellertid en mindre sänkning — enligt ÖYEN c:a 12 *m* — ha inträffat enligt av BJÖRLYKKE[2] vid Aas och av ÖYEN[3] vid Grorud iakttagna förhållanden. I södra Smaalenene tycks denna primopostglaciala sänkning ännu ej ha konstaterats.

Bohuslän.

De mellan M. G. och 90 *m* ö. h. liggande skalbankarna i Aremark, de s. k. Myabankarna, som ju började avsättas under en tidig del av finiglacial tid, äro främst karakteriserade av medelstora skal av Saxicavæ och Balanidæ samt av en rad sydligare ehuru upp i lågarktiska och norra boreala regionerna spridda former. De motsvaras i Sverige av de likaledes av små skal och boreala invandrare utmärkta bankar, som vi i dagligt tal benämna äldre övergångsbankarna.

Våra bohuslänska lågarktiska, av stora tjockskaliga Saxicavæ och Balanidæ karakteriserade bankar, för vilka Kapellbacken vid Uddevalla är en god representant, sakna motsvarighet i sydöstra Norge. De torde sålunda vara av gotiglacial och ej, såsom G. DE GEER[4] antagit, av finiglacial ålder.

Vid isens avsmältning i mellersta Bohuslän låg landet nedpressat till den högsta nivå, till vilken marin inverkan kunnat spåras, så-

[1] ÖYEN, Vidensk.-Selsk. Skr. I, Math.-Naturv. Kl. 1908, n:r 2 och opublicerade undersökningar av förf.
[2] Norsk Geol. Tidskr. **3** (1914), n:r 2: 24.
[3] Videnselsk. Forhandl. 1907, n:r 2: 24.
[4] G. F. F. **32** (1910): 1139.

som framgår av den upp till M. G. eller 130 *m* uppbyggda randterrassen vid Backamo.[1] Mitt emellan Lysekil och Uddevalla ligger M. G. 141 *m* ö. h.[2]

Genom en intensiv höjning upplyftades emellertid landet hastigt, så att grundvattensbankar snart kunde avsättas på ett till ett par tiotal *m* höjd över den nuvarande strandlinjen.[3] Att döma av Kapellbacken C 16[3] — belägen såsom beteckningen anger 16 *m* ö. h. —, som enligt arternas frekvensväxling torde vara avsatt under landhöjning och påföljande sänkning, fortsatte den förra rörelsen tills strandlinjen befann sig ett 20- à 30-tal *m* över den nutida havsytan, då landsänkning inträdde.

Denna gotiglaciala sänkning, som av De Geer särskilt påvisats i bankarna vid Kapellbacken, har av honom 10 *km* NW om Uddevalla spårats upp till 102 eller möjligen 110 *m* höjd.[4] Från denna sänkning torde den vid 109—111 *m*[5] belägna M. G. på Hunneberg förskriva sig, vilken 30 *m* lägre än den i mellersta Bohuslän förut var oförklarad, då hela språnget knappast kunde bero på den mindre höjning, Vänerbäckenet i senkvartär tid undergått i jämförelse med angränsande högre områden.

Men snart började en ny höjning. Tidpunkten för densamma är, såsom förhållandena vid Dals Ed ange, slutet av gotiglacial och början av finiglacial tid. Hur långt höjningen fortskred är ej fastställt, men strandlinjen torde åtminstone ha förskjutits till + 30-*m*-nivån.

Då inträffade under finiglacial tid en ny landsänkning såsom bl. a. framgår av formernas frekvensväxling i några skalbankar och uppträdande av varmare bankar på högre nivåer. Sänkningens storlek kan med föreliggande material ej avgöras, men stranden befann sig mer än 60 *m* — sannolikt betydligt mera — över den nutida, innan rörelse i motsatt led tog vid.

Den följande höjningen, vilken är registrerad i några bankar, och vilken enligt förhållandena i Kristiania-trakten ägde rum under senare delen av finiglacial tid, fortgick, tills strandlinjen låg några få *m* över den recenta.

En tredje sänkning inträffade emellertid i början av postglacial tid av olika sakförhållanden att döma. Transgressionen torde ha sträckt sig ungefär till 60-*m*-nivån.

Under den härpå följande höjningen försköts strandlinjen tills

[1] G. De Geer, G. F. F. **31** (1909): 550.
[2] G. De Geer, S. G. U. Ser. Ba, n:r 8.
[3] G. De Geer, G. F. F. **32** (1910): 1139, tab. A.
[4] L. c.: 1170.
[5] G. De Geer, S. G. U. Ser. Ba, n:r 8.

den låg ungefär 10 *m* högre än nu, då den sista eller typiskt postglaciala — Tapes-Litorina- — sänkningen tog vid. Sedan mellersta Bohuslän sänkts till 35-*m*-nivån, höjdes landet slutligen, tills det kom att intaga sitt nuvarande läge.

Östersjöområdet.

Nollisobasen för Nordens senkvartära nivåförändringar övertvärar som bekant Sjælland i NW—SE-lig riktning, löper något N om Rügen, tangerar Pommern och fortsätter i en lugn båge mot öster. Då punkter liggande på densamma i stort sett torde ha undergått mindre nivåoscillationer än andra delar av nivåförändringsområdet med undantag av dess yttersta partier, där oscillationerna kila ut, så är det a priori antagligt, att södra Östersjöområdet ej skall ha undergått några större nivåförändringar, och är det oberättigat att utan välgrundade skäl antaga sådana.

S om eller utanför 0-isobasen låg ju landet vid istäckets försvinnande högre än för närvarande, ja, södra Östersjöområdet intog enligt de tyska geologernas mening och med stor sannolikhet just vid ifrågavarande tid sitt högsta sen- och postglaciala läge.[1] Sedan dess torde området undergått en nästan oavbruten sakta sänkning, tills det nådde sitt nuvarande höjdläge. Någon landhöjning under Ancylustid förekom ej för så vitt man vet.[2] N om 0-isobasen låg däremot landet lägre och har detsamma undergått upprepade höjningar och sänkningar. Resultatet är landhöjning.

Hur mycket högre än nu Nordtyskland låg under senglacial och äldre postglacial tid är emellertid ännu ej utrett, då de sakförhållanden, som kunna lämna upplysning härom, äro att söka under havets nivå. Men W om Oder, nämligen på Oderbanken och vid Travemünde, ha terrestra och semiterrestra bildningar anträffats ned till c:a 20 *m* djup, och sänkningsbeloppet uppskattas tämligen enstämmigt till motsvarande belopp.[3]

---

[1] Se: C. Gagel, Jahrb. preuss. geol. Landesanst. **31** (1910): 203. — T. Otto, 13. Jahresber. geogr. Ges. Greifswald 1911—12 (1913): 312—316.

[2] Gagel l. c.: 204. — Otto l. c.: 310, 321. — E. Geinitz, Arch. Verein. Frde Nat. Mecklenburg **66** (1912): 187.

[3] Gagel l. c.: 222. — Otto l. c.: 315. — Den i svenska litteraturen (H. Munthe, S. G. U. ser. Ca, n:r 4: 38; G. F. F. **32** (1910): 1206. — N. von Hofsten, Vidensk. Medd. fra Dansk naturh. Forening **71** (1919): 52) inkomna uppgiften, att vid Lübeck bottnen på Traves senglaciala erosionsränna träffats hela 55 *m* (väl 58 à 59 *m*!) under h. y., refererar sig till en af Friedrich (Festgabe d. Katharineums f. d. deutsch. Geographentag 1909, Lübeck: 54; Mitt. geogr. Ges., Lübeck R. 2, H. 24 (1910): 66; ibidem (1912): 87) själv såsom oriktig snart övergiven uppfattning.

De från sydöstra Östersjöområdet anförda bevisen för en betydande senkvartär sänkning, nämligen på 30 *m* vid Pillau[1] och på minst 50 *m* i Leba-Rheda-dalen,[2] NW om Danzig, tyckas vara illusoriska.[3]

Nivåförändringarna inom östra Danmark och Sydsverige äro synnerligen otillfredsställande undersökta. Så ha alla påträffade submarina bildningar utan vidare antagits förskriva sig från en och samma landhöjning under Ancylustid. Vi känna följaktligen, varken hur många oscillationerna varit, eller vilka gränser de nått. Emellertid är det väl antagligt, att området berörts av alla de oscillationer, som ägt rum i Bohuslän, förutom eventuella tidigare. De största djup, på vilka landbildningar träffats inom området, äro 14 *m* i Köpenhamn[4] och 9 *m* vid södra Bornholm.[5] Och den c:a 15 *m* under h. y. utanför Hofs Hallar, Hallandsås belägna sporren betecknar enligt G. DE GEER[6] sannolikt strandlinjen under den största höjningen.

Under den största direkt konstaterade höjningen låg sålunda södra Öresund något mer än 14 *m* högre än för närvarande, och förband en 6 *m* hög landbrygga Sjælland med Skåne. Och då den ned till 18 *m* djup gående Darsser Schwelle mellan Falster och tyska fastlandet intog sitt högsta direkt iakttagna läge, var den höjd ungefär till havsytan. Emellertid voro vid övergången från goti- till finiglacial tid båda trösklarna höjda över havsytan minst ett mot tappningen av Baltiska issjön vid Billingen svarande belopp.

Issjötappningen vid Billingens nordända, vilkens bestämmande är så betydelsefull för flera viktiga frågor, har undersökts av Dr. SIMON JOHANSSON under karteringsarbeten och är föremål för Dr G. LUNDQVISTS speciella studium. Definitivt mått på densamma har ännu ej offentliggjorts, men redan föreliggande data ge en viss antydan.

Nivåskillnaden mellan den före tappningen av Baltiska issjön utbildade issjögränsen och den senare och längre norrut registrerade marina gränsen i Östergötland liksom i Västergötland E om Billingen uppgår i runt tal till 20 *m*[7]. Emellertid visar emot regeln marina gränsen ett fall från 139 *m* W om Billingen till 125

[1] A. JENTZSCH, Zeitschr. deutsch. geol. Ges. **42** (1890): 618.
[2] JENTZSCH l. c.: 617; Jahrb. preuss. geol. Landesanst. **33** (1913), T. 2: 367. — K. KEILHACK, ibidem 1898: 145; Geol. Zentralbl. **22** (1915), n:r 31.
[3] GAGEL, Jahrb. preuss. geol. Landesanst. **31** (1910): 219. — E. WUNDERLICH, Zentralbl. f. Min. etc. 1914: 464.
[4] ANTEVS, G. F. F. **40** (1918): 892.
[5] V. MILTHERS, Danmarks Geol. Unders. 1 R., n:r 13 (1916): 236, 244.
[6] Bull. Geol. Inst. Uppsala **13** (1916): 307.
[7] G. DE GEER, S. G. U. ser. Ba, n:r 8. — MUNTHE, G. F. F. **32** (1910): 1197, pl. 47.

m på Kinnekulle m. fl. ställen i norra Västergötland och från 169 *m* S om moränerna vid Dals Ed till 158 *m* N om desamma, beroende vid Dals Ed på en utomordentligt livlig landhöjning under iskantens stillestånd och i Västergötland på samma orsak jämte en mindre höjning av Vänerbäckenet[1]. Endast ungefär hälften av den E om Billingen observerade skillnaden mellan issjögränsen och M. G. eller ett tiotal *m* tyckes sålunda vara att tillskriva tappningen. Trösklarna i sydvästra Östersjön skulle i enlighet härmed vid tidpunkten i fråga ha legat minst 10 *m* över h. y., Darsser Schwelle med andra ord 28 *m* högre än i våra dar.

Sakförhållandena i Sverige ge sålunda intet stöd åt Prof. RAMSAYS[2] förmodau om en tappning vid Billingen på 28—29 *m*, vilken f. ö. skulle förutsätta att Darsser Schwelle legat 18 + 29 eller 47 *m* högre än nu, något mycket osannolikt. De av RAMSAY iakttagna förhållandena tyckas mig också tillgängliga för en annan förklaring. Under den livliga landhöjning, som försiggick i södra Finland vid isens avsmältning, och som är bevisad av avbrottet i stigningen av issjögränsen, kom, så tänker jag mig saken, i de grunda (och ofta trånga) vattnen innanför inre Salpausselkä ingen utpräglad och nu skönjbar marin gräns till utbildning. Det är en först vid gränsen för en senare sänkning utbildad strandlinje, som RAMSAY uppfattat såsom M. G. N om inre moränryggen, en strandlinje, liggande 28—29 *m* lägre än issjögränsen på och utanför moränerna. Denna tolkning förklarar också bäst nivåns skarpa markering.

Redan i det föregående ha framhållits flera sakförhållanden och synpunkter, som ej låta sig förenas med Prof. MUNTHES[3] åsikt att sydvästra och södra Baltikum under Ancylustid var underkastat en högst betydande höjning, så att södra Öresund låg omkring 90 *m*, Darsser Schwelle 110, och Lübeck 125 *m* högre än för närvarande, liksom att Ancylussjöns yta vid tiden för den största transgressionen stod ungefär 65[4] eller 50[5] *m* ovan havets. MUNTHES antaganden förefalla f. ö. osannolika och de åberopade stöden utan beviskraft.

De från Kattegatts botten och ända till 47 *m* djup upptagna torvblocken föreskriva sig sålunda, såsom G. ANDERSSON[6] framhållit sannolikast från martorvlagren på Skagen. Och djuprännorna i

[1] G. DE GEER, l. c. — H. AHLMANN, Zeitschr. f. Gletscherkunde **10** (1916): 70.
[2] Fennia **40** (1917), n:r 7.
[3] S. G. U. ser. Ca, n:r 4 (1910): 36—38. — G. F. F. **32** (1910): 1205, pl. 46 B.
[4] S. G. U., ser. Ca, n:r 4 (1910): 178, 205.
[5] G. F. F. **32** (1910): pl. 46 B.
[6] G. F. F. **37** (1915): 566.

Öresund och Bälten, vilkas djupaste partier — c:a 50 (58!) *m* i Öresund, c:a 67 *m* i Stora Bält och c:a 80 (81!) *m* i Lilla Bält — eventuellt skulle beteckna erosionsbasen under Ancylustid, förete ingen likhet med flodfåror, vilket H. Spethmanns[1] karta tydligt visar. Rännorna sakna sålunda det för flodfåror utmärkande jämna eller avbrutna fallet och bestå av en serie smala långsträckta bäcken, skilda av mellanliggande ofta mycket höga trösklar. I Lilla Bält, där vid Fænö ett kittelartat hål mäter hela 81 *m*, saknas f. ö. djupare partier och falla breda trösklar mellan 10- och 20-*m*-kurvorna. Rännorna markera däremot, såsom G. De Geer framhållit i sina föreläsningar, med största sannolikhet brottlinjer. För deras utformning har nog landisens såväl eroderande som ackumulerande verksamhet varit av betydelse. Vad ett par andra av Munthes argument beträffar, så är väl de submarina gottländska pallarnas postglaciala ålder obevisad, och är väl det på ett tiotal *m* djup utanför Gottlands kust påträffade gruset, såsom G. De Geer muntligen påpekat, minst lika sannolikt rullstensgrus som strandgrus.

Prof. Munthe drevs ju så småningom till antagandet av så högt läge av Sydbaltikum under Ancylustid, emedan han ansåg avstängning från havet vara ett nödvändigt villkor för Ancylussjöns söta vatten. Såsom jag redan tidigare framhållit finnes emellertid ej längre anledning till ett dylikt antagande.[2] Till mina å anfört ställe framhållna synpunkter må ett par läggas.

I nutiden står ju Östersjön i förbindelse med havet genom Öresund och Fehmern belt[3].

Då södra Öresund blott är 8 *m* djupt, kan vanligen endast ytström passera genom detsamma. Dock inträffar understundom vid ihållande nordvästvind en vändning av strömmen, s. k. uppström, varvid saltvatten intränger över tröskeln. Uppsjö är emellertid för salthalten i Östersjön av underordnad betydelse, och den ifrågavarande mynningen tjänar huvudsakligen såsom utloppsled för innhavets vattenmassor.

Fehmern belt är mellan Falster och Darsserort, Darsser Schwelle högst 18 *m* djupt. Här går i regeln strömmen vid ytan utåt Kattegatt och vid bottnen inåt Östersjön. Ytströmmen bildas av ett mäktigt kilformigt lager östersjövatten av homogen salthalt, 7—8 ‰.

---

[1] Gotha, Petermanns Mitteil. 57, Halbbd 2 (1911): 246, Taf. 29.
[2] G. F. F. 39 (1917): 257.
[3] Otto Pettersson, Kungl. jordbruksdept., meddel. 14 (1907): 89; Sv. hydrograf.-biol. kom. skr. III, 1908; Veröffentl. Instit. Meereskunde Univ. Berlin H 12, 1908. — O. Krümmel, Ibidem H. 6, 1904; Handbuch der Ozeanographie 1, Stuttgart 1907: 350. — F. A. Forel, Handbuch der Seekunde, Stuttgart 1901: 91.

Underströmmen kommer till stånd sålunda, att vattenlagren av 9—12 ‰ salthalt, vilka bilda kilar med spetsarna inåt och nedåt, eller på tröskeln, utsträcka sina vattencirkulationer in över denna. Detta inträffar vid högre lufttryck över Nordsjöområdet. Är återigen lufttrycket över Östersjön större, kommer underströmmen ej fram. Till vilken grad och huru hastigt det över trösklarna inkomna saltvattnet blandar sig med Östersjöns bräckta, är ännu ej närmare utrett. Ty medan det försiggår en livlig vattencirkulation i det stora inhavet, utgöra å andra sidan särskilt de salta bottenlagren i djupbassängerna talande bevis för att blandningen är mycket ofullständig. Det synes sannolikt, att blandningen försvåras med tilltagande skillnad mellan två vattenmassors specifica vikt eller salthalt, och att i enlighet härmed omsättningen var ännu mindre effektiv i senglacial och tidig postglacial tid än i våra dar.

Efter att, såsom ovan framhållet, sannolikt ha intagit sitt högsta läge vid befrielsen från istäcket, sänktes Fehmern belt, så att sundet slutligen blev så djupt — av de nutida förhållandena i Öresund att döma väl över 10 *m* —, att en salt underström kunde tränga in i Östersjön genom detsamma. Att döma därav, att Darsser Schwelle alltsedan postglaciala transgressionsmaximum synes ha befunnit sig i ungefär samma höjdläge som nu, torde detta ha inträffat ett stycke in i postglacialtiden.

Södra Öresunds nivåförändringar äro ju mindre kända, men allt talar för att området i senglacial och tidig postglacial tid mestadels låg högre än nu, vid början av finiglacial tid t. o. m. avsevärt högre.

Under senglacial och äldsta postglacial tid torde följaktligen praktiskt taget intet havsvatten ha inkommit genom Fehmern belt och endast obetydligt genom Öresund. Ofantligt mycket mera salt- och brackvatten inträngde då genom de bredare och många gånger djupare samt dessutom mitt för Skagerrack och Nordsjön belägna, dock relativt kortlivade mellansvenska sunden, men även dessa portar ägde ju endast ett ringa och relativt lokalt inflytande på vattnets salthalt i Baltiska havet.

Östersjöns högsta salthalt som ju uppnåddes under den postglaciala sänkningen, sammanföll med det veterligt enda skede, då både Darsser Schwelle och tröskeln i södra Öresund samtidigt lågo så djupt, att salta underströmmar normalt kunde passera in över desamma.

Om de anförda sakförhållandena summeras upp och till desamma lägges, att vattenmassan i Östersjön ursprungligen var söt, att ofantliga kvantiteter sött smältvatten oupphörligen strömmade till,

och på grund härav liksom av vattenmassornas överstjälpning mot söder utströmmen genom sunden blev utomordentlig, utspädande vattnet i Västerhavet och hållande tillbaka underströmmen, så blir det endast naturligt, att huvudmassan och speciellt ytlagren av Östersjöns vatten under Ancylusskedet var sött, även om förbindelse med havet kanske varit till stånd under mesta tiden efter isens reträtt från de danska öarna.

Nivåförändringarnas kombination.

Vid ett tidigare tillfälle framhöll jag, att samma nivåförändringsrörelser samtidigt måste ha försiggått i västra och östra Sverige, samt att förhållandena i västra Sverige såsom gränsande till havet äro utslagsgivande vid bedömandet av rörelsernas riktning[1]. Jag antog vidare, att den av G. De Geer vid Kapellbacken och annorstädes i Bohuslän påvisade sänkningen inom Östersjön sannolikt har sin motsvarighet i Ancylustransgressionen.

Senare har L. von Post[2] i förbigående omnämnt, att han på flera lokaler runt Vänern funnit en gammal strandnivå i samma höjdförhållande till Vänergränsen som det, i vilket Ancylusgränsen står till postglaciala transgressionsgränsen inom Östersjön och sluter härav att Ancylus-transgressionen är att tillskriva landsänkning. Även han anser det röra sig om den vid Kapellbacken iakttagna sänkningen.

Då emellertid Kapellbackssänkningen tvivelsutan är gotiglacial (jmf. s. 644), medan Ancylustransgressionen nådde sitt maximum i början av postglacialtiden (jmf. nedan), så kunna de ej motsvara varandra.

Den gotiglaciala sänkningen är ännu ej iakttagen inom Östersjöområdet men kan väntas inregistrerad i norra Småland och södra Östergötland.

Den finiglaciala sänkningen, under vilken de äldre övergångsbankarna i Bohuslän och Myabankarna i Aremark avsattes, torde enligt benäget meddelande av Dr Simon Johansson även ha konstaterats på Billingen. Denna transgression torde vidare den markerade strandlinje i södra Finland vara att tillskriva, Ramsay tolkat såsom M. G. efter den Baltiska issjöns tappning (jmf. s. 648).

Ancylustransgressionen inom Östersjöområdet synes sålunda vara att identifiera med den i Bohuslän och vid inre Kristianiafjorden

[1] G. F. F. 39 (1917): 257.
[2] G. F. F. 40 (1918): 20.

konstaterade tidigt postglaciala sänkningen (se s. 644—45). Förläggningen av transgressionsmaximum även inom Östersjön till början av postglacialtiden torde, såsom just skall visas, vara välmotiverat, om också emot den allmänna meningen.

Vid Norrköping ligger marina gränsen c:a 125[1] och Ancylusgränsen 80 *m* ö. h.[2] Vid Skinskatteberg i norra Västmanland ligger samma gränser c:a 170[3] resp. 121 *m* ö. h.[4] Ancylusgränsens nivå motsvarar alltså vid Norrköping 36 och vid Skinskatteberg 29 % av den totala höjningen.

Om man sålunda utgående från de något kända förhållandena i mellersta Sverige beräknar Ancylusgränsen längre norrut, skall man finna, att denna åtminstone i södra Norrland faller betydligt under den marina. Med kännedom om att isens recession från Uppsala till Ragunda i Jämtland endast tog något mer än 1000 år, tycks det sannolikast, att även inom nedisningsområdets centrala delar A. G. faller under M. G. och ej, såsom MUNTHE[5], dock utan anförande av några fakta, menar, är identisk med denna.

[1] G. DE GEER, S. G. U. ser. Ba, n:r. 8. — MUNTHE G. F. F. **32** (1910): pl. 47.
[2] MUNTHE, Bull. Geol. Inst. Uppsala **16** (1919): pl. 10.
[3] DE GEER, l. c.
[4] L. v. POST, G. F. F. **37** (1915): 341.
[5] G. F. F. **31** (1909): 194; ibidem **32** (1910): 1207, 1238.

New York, febr. 1921.

Några iakttagelser över kritbildningarnas bottenlager i Bjärnumstrakten.

Av

GUSTAF T. TROEDSSON.

I N. Åkarps socken i Kristianstads län finnas några sedan gammalt bekanta fyndorter för kalk, tillhörande yngsta senon, mucronatakritan. Ehuru redan omtalade af ANGELIN förekomma dessa endast sporadiskt nämnda i den geologiska litteraturen. För studiet av kritan eller därmed sammanhängande bildningar har trakten besökts av bl. a. A. LINDSTRÖM, MOBERG, LUNDGREN, HENNIG, BLOMBERG och GRÖNWALL, vilka samtliga lämnat kortare meddelanden om sina iakttagelser. Kritan är av intresse därför, att den ligger högre — några lokaler mer än 100 m. — över havet än någon annan förekomst inom Kristianstadsområdet. Därtill kommer, att denna kritutpost är den nordligaste i Skåne.

Genom N. Åkarps socken går Hässleholm—Markaryds järnväg med järnvägsstationen Bjärnum. Det är i närheten av denna ort, som de flesta kritlokalerna äro belägna.

Sedan ett 10-tal år tillbaka har jag haft min uppmärksamhet riktad på kritförekomsterna härstädes och bl. a. samlat på iakttagelser och uppgifter från brunns- och grundgrävningar i avsikt att lära känna berggrundens detaljbyggnad. Därvid ha dels inregistrerats nya fyndorter för kalk, dels insamlats fossil, till vilka jag ämnar återkomma sedermera. Vidare ha anträffats block av ett egendomligt konglomerat, vilket under sista året funnits fast anstående på tvenne olika ställen. Det är bl. a. detta konglomerat jag här går att redogöra för. Men dessförinnan torde en hastig orientering över de geologiska förhållandena vara på sin plats.

Urberget är jämförelsevis sällan tillgängligt i dagen, dock mera i Bjärnumstrakten än i omgivningarna, där krita saknas (jfr. kartan). Det består av gneis, mera sällan diorit, den senare i regel

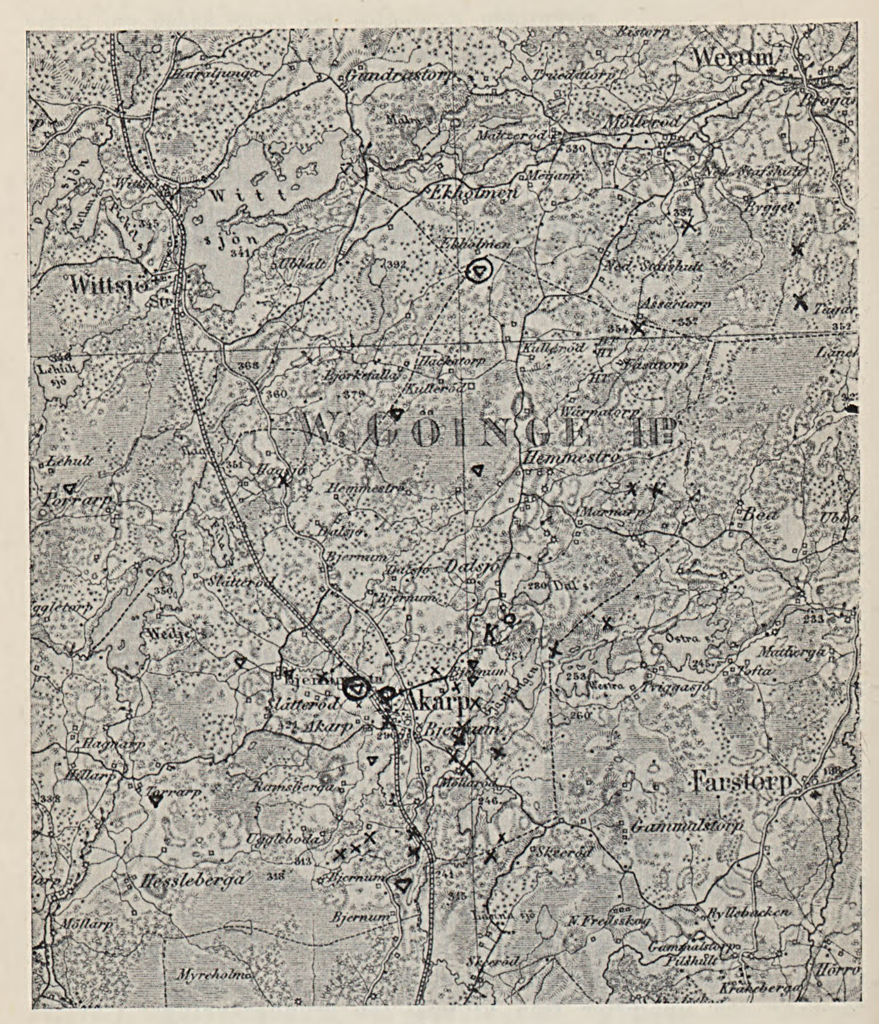


Fig. 1. Karta över kritområdet i N. Åkarp. Å Generalstabens blad »Finja», skala 1 : 100 000, ha fyndorterna inlagts.
× = urberg (gneis och diorit) i dagen eller på några meters djup.
K = kvartsithällen vid Dalsjö.
O = kaolin.
▽ = fyndort för kalk (fast anstående eller större moränförekomster).

rik på kvartsådror. Vidare har på senaste tid en höjd vid bäcken mellan Dalsjön och Bjärlången befunnits bestå av fast anstående

kvartsit. — De nedan uppräknade kritförekomsterna utgöra mer eller mindre isolerade rester av en fordom mera sammanhängande avlagring. Kritan tycks nämligen icke, som man kunde vänta, regelbundet utfylla sänkorna i urberggrunden utan är bevarad i skydd av uppstickande urbergspartier. — Av värde för bedömandet av kritans utbredning äro flintblocken i de kvartära avlagringarna. Dessa block träffas tämligen allmänt i N. Åkarps socken, men hittills har jag ej funnit sådana N om linjen Vittsjö—Verum ej heller W om rullstensåsen vid Porrarp eller Ö om Farstorp—Verum. I Åkarps och Farstorps socknar träffas ganska allmänt kvartsitblock, som tyda på ett starkare inslag av kvartsit i berggrunden, än vad ovannämnda iakttagelser över den fasta berggrunden ge vid handen.[1]

Kritlokalerna, vilkas läge framgår av kartan, äro följande (endast en av dem, den vid Bjärnums station, är f. n. föremål för exploatering):

Bjärnums skog, den sydligaste lokalen, nära hörnet av sockengränsen mot Farstorp och Vankiva. Denna lokal är beskriven av Blomberg. På 1890-talet fanns här en kalkugn. Driften numera nedlagd och kalken otillgänglig. Blomberg förmodar, att fast klyft anstår här.

Ramsberga, beskriven av Blomberg, nu otillgänglig.

Torrarp, lokalmorän.

Slättaröd, tvenne lokaler; vid den *västra* har till något efter sekelskiftet gödningskalk framställts. Kalken nu knappast tillgänglig, troligen lokalmorän. Den *östra*, vid vilken kaolin fordom varit tillgänglig, är nu alldeles igenlagd, men vid plöjning plägar kalken framkomma.

V om Bjärlången, tvenne fyndorter, den norra omtalad av Moberg (10), Hennig (4) och Lundberg (9). Kalken har använts till gödning men har för mer än 20 år sedan tagit slut samt har, att döma av de uppgifter jag erhållit, legat i moränen.

Kalkgödningsfabrikens grav NW om stationen.

Samtliga dessa lokaler, som förekomma å det geologiska kartbladet Vittsjö, äro numera otillgängliga för undersökning, med undantag av den sista.[2] Under årens lopp ha emellertid, som ovan

---

[1] Dylika block äro även observerade vid rekognosceringen för bladet Vittsjö: »I trakten af Åkarp, särdeles nordvest derom, finnas stenar större och mindre, af en dels grå, dels rödbrun kvartsitsandsten samt af hälleflinta, hvilka bergarter antagligen förskrifva sig från småländska höglandet» (*I*, s. 13).

[2] Denna är troligen densamma, som å det geologiska kartbladet ligger något längre åt SW, närmare Åkarp.

nämnts, nya fynd av kalk gjorts, delvis på ganska långt avstånd från de förut kända, en t. o. m. utanför N. Åkarps socken. På grund av den mäktiga moränbetäckningen är det att vänta, att ännu fler fynd skola göras. Jag inskränker mig här till en uppräkning och låter en närmare redogörelse anstå:

Porrarp, i Vittsjö socken, i södra kanten av »Vittsjö myr». Troligen fast klyft. I rullstensåsen, som sträcker sig mot NO till järnvägen träffas flintblock i alla skärningar. Vid räkning ha de dock ej uppgått till fullt en procent.

Hackatorp på nordvästra och *Hemmeströ* på sydöstra sidan om »Hemmeströ myr», den förra troligen moräninneslutning, den senare fast anstående.

Kulleröd. Lokalen belägen vid gården, som gränsar till Verums och Vittsjö socknar. Detta är den nordligaste, troligen också högst belägna lokalen (110—120 m. ö. h.) för fast anstående krita i Skåne.

Härtill skulle kunna läggas en mängd förekomster av kritmorän.

Sedan länge är det bekant, att kritan i nordöstra Skåne underlagras av kaolin. Grönwall anger som norm följande lagringsförhållanden:

3. Marina bildningar: { kalkstenar { skalstoftkalk, skalgruskalk }; sandstenar; konglomerat }
2. Naturliga slamningsprodukter af kaolinen: lera och sand.
1. Kaolin.

Kaolin omtalas (*1*, *6*) från Slättaröd och Dalsjö — sistnämnda fyndort i närheten av kvartsiten — men å intetdera stället är den numera tillgänglig. Nya fynd ha gjorts vid Kulleröd och Bjärnum (se nedan).

Det är mycket troligt, att de lager av »grus och sand» etc., som ofta uppgivas underlagra kalken, ej alltid äro glaciala utan kunna utgöras av naturliga *slamningsprodukter av kaolin*.

Av *marina bildningar* är det ju egentligen kalk, som blivit omtalad från Bjärnumstrakten. Båda slagen av kalkfacies äro företrädda. Typiskt skalgrus har dock endast konstaterats vid Torrarp. Å övriga lokaler är bergarten, då den kunnat studeras, skalstoftkalk, ehuru Blomberg anför alla kalkfyndigheter under benämningen gruskalk. Sandstenar äro ej kända från området; block av konglomerat ha omtalats av Moberg från trakten W om Bjärlången (*10*). Som nämnt har emellertid konglomerat anträffats

även i fast klyft på sista tiden och därtill ungefär samtidigt på tvenne olika ställen, nämligen dels å den nya lokalen i Kulleröd, dels vid kalkgödningsfabriken i Bjärnum.

I *Kulleröd* hade gårdens ägare vid plöjning påträffat kalk i en moränkulle. Han upptog därför en försökstäkt i backens nordöstra sida, där vid mitt besök följande profil kunde iakttagas i väggen i den 15 m. långa täktens innersta del:

Morän med bl. a. linser av krita (överst) . . .	250 cm.
Lins av krossad kalksten	20 »
Grus- och sandskikt (omlagrad kaolin?)	20 »
Konglomerat med hasselnöt- eller valnötstora rullstenar av gneis, diorit, kvartsit och brun fosforit. Mycket allmänna voro fosforitbollarna; dessa och vissa av de andra voro starkt polerade och glänsande samt något tillplattade.	85 »
Kaolin, grön, mjuk, med ränder av fältspat, blottad till	100 »

Kaolinen har hittills ej underkastats närmare undersökning. Den gröna färgen kunde möjligen tyda på att moderbergarten varit diorit, en bergart som visserligen förekommer i urberget men i så underordnad mängd, att denna förklaring redan därav är ohållbar. Kaolinen vid Dalsjö uppgives nämligen ha samma färg, och så är även fallet med övriga säkert kända kaolinfynd, nämligen den vid nästa lokal och den i bottnen av nedannämnda brunnsborrning Ö om Bjärnums järnvägsstation. Troligen härrör den nämnda färgen från glaukonit.

Vid *Bjärnums kalkgödningsfabrik* W om järnvägen och NW om jänvägsstationen finnes ortens största kalktäkt. Arbetet har på grund av avsättningssvårigheter för kalken tidvis legat nere, och kalkgraven har därför åtskilliga perioder stått under vatten. Under krigsåren skedde emellertid ett tillfälligt omslag. Man har sålunda bl. a. på ett flertal ställen företagit borrningar för utrönande av kalkens utbredning. Det har visat sig, att kalken söderut stöder sig mot en gneishöjd, som bildar kärnan i en moränkulle 50 m. S om fabriken. I östra sidan av denna kulle är lagerföljden:

Morän i backsluttningen . . . . maximum	3 m.
Rullstensgrus, ibdm, troligen sekundärt täckt av morän,	0.5 m.
»Kvicksand» (= stenfattig morän)	2—3 m.
Kalk av obestämd mäktighet	— —

Några 10-tal m. längre åt Ö tycks kalken saknas, vilket för övrigt är fallet åt S. Strax intill järnvägsstationen på järnvägens östra sida har för några år sedan borrats 14 m. efter vatten. 13.5 m. gick borret genom »sand- och gruslager», därpå 0.5 m. genom »grönt urberg, alldeles mjukt», varpå hård bergart anträffades. Platsen för borrningen ligger på samma nivå som (eller obetydligt lägre än) kalkgödningsfabriken. Vid mitt besök med anledning av borrningen voro tyvärr alla spår efter densamma omsorgsfullt utplånade, varför jag icke fått tillfälle att se något prov. Sand- och gruslagren utgöra den i trakten vanliga, ställvis mycket stenfattiga moränen. Huruvida de undre delarna av denna profil kunna karakteriseras som slamningsprodukter av kaolin är ovisst. Säkert är, att kalk ej träffats, och vidare torde det »gröna urberget» ha varit orubbad kaoliniserad gneis av samma slag som i kalktäkten (se nedan). — Även N om kalktäkten ha borrningar efter kalk

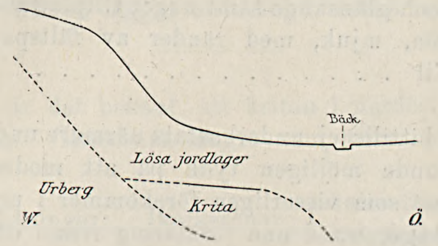


Fig. 2. Schematisk profil S om kalkgraven vid Bjärnums kalkgödningsfabrik. Längdskala c:a 1 : 2 500. Höjdmåtten, se texten.

utförts. Dessa ha icke neddrivits till större djup än 2—3 m, och på detta eller ringare djup har kalk i regel anträffats, dock icke i moränkullarna. Det har med andra ord visat sig, att kalkens övre yta är relativt jämn, i varje fall oberoende av den kvartära topografien, och att ett stort kritområde sträcker sig norrut, troligen å ömse sidor om järnvägen. Till detta fält torde höra åtminstone den östra av de båda fyndorterna i Slättaröd.

I själva kalkgraven har man samtidigt med borrningarna arbetat mera mot djupet och sistlidna sommar (1920) nåddes liggandet. Vid ett besök, som jag på anmodan gjorde under hösten s. å., iakttogs i bottnen av kalktäkten en i Ö—W gående kulle, 1.5 à 2 m. hög, av en grönaktig bergart, som vid närmare påseende befanns vara in situ kaoliniserad gneis. Bergarten var alldeles lös, kaoliniseringen hade ej angripit all fältspat, ty i massan funnos korn av ortoklas. Vidare visa de oförändrade biotitfjällen den ursprungliga skiffrigheten, som är nära vertikal och parallell med

kullens längdriktning; slutligen förekomma naturligtvis kvartskorn. Sidorna och toppen av denna kulle täckas av ett några dm. mäktigt konglomerat, som i sin ordning överlagras av kalk, som här är 5 m. mäktig och liksom på alla andra ställen i trakten av mycket lös beskaffenhet samt rik på spräcklig flinta, samlad i åtminstone tvenne utpräglade horisonter. Egentliga slamningsprodukter av kao-



Fig. 3. Kalktäkten vid Bjärnums kalkgödningsfabrik, från söder. I bottnen inom det streckade fältet ligger den kaoliniserade gneiskullen, täckt av konglomeratet; emellan a och b är kullen genomskuren på tvären.

lin kunna möjligen vara att vänta i djupare sänkor i urberggrunden men ha hittills ej anträffats. Konglomeratet är anmärkningsvärt. Det har i huvudsak samma utseende som det i Kulleröd. En blockräkning har givit följande resultat:

Gneis och diorit jämte fältspatstycken o. a. från traktens av kristalliniska skiffrar bestående urbergsgrund	38.0 %
Kvartsit jämte kvarts	28.5 »
Fosforit	22.5 »
Brun kalksten, dels självständiga bollar, dels såsom bindemedel i rullande konglomeratstycken	7.0 »
Glaukonitsandsten	3.0 »
Finkorning sandsten	1.0 »

Därjämte innehåller konglomeratet fossil, såsom skal av musslor (*Ostrea*), brakiopoder (*Terebratula*), belemnitstycken [1], hajtänder etc. Ovanstående procenttal hänföra sig till ungefär likstora stycken (som hassel- eller valnötter), men av gneis och kvartsit förekomma block som nå vida mer än knytnävstorlek. Den stora halten av kvartsit är förklarlig, då man besinnar denna bergarts motståndsförmåga mot förvittring och den vid tiden för konglomeratets bildning rådande kaoliniseringen inom gneisen. En stor del av kvartsblocken kunna härröra från smärre gångar i gneisen. Frapperande är däremot, att c:a 1/3 av blocken ha sedimentärt ursprung. Dessa block ge naturligtvis endast en kvalitativ, ej kvantitativ, anvisning beträffande de sediment, som blivit förstörda vid transgressionen, då man ju måste antaga, att diagenesen fortskridit högst olika i de olika bergarterna. Fosforitbollarna äro liksom vid Kulleröd starkt glättade; några lukta som orsten vid rivning eller slag. Fosforit av samma utseende förekommer som konkretioner högre upp i kalken, särskilt i samband med flinta, en bergart, som ej träffats i konglomeratet. De gula kalkbollarna äro likaledes polerade på ytan samt äro utpräglat tillplattade (vilket även i någon mån är fallet med övriga rullstenar); den gula färgen är ej alltid genomgående utan ibland inskränkt till ytan. Själva bergarten innehåller spridda kvartskorn men är för övrigt till utseendet tät, i ursprungligt tillstånd troligen vitgrå. Samtidigt som den rundnötts av vågrörelsen, har den oxiderats på ytan — liknande kan observeras recent på stycken av saltholmskalk vid stranden av Öresund. Som nämnt ingår denna kalksten även som bindemedel i ett förstört konglomerat, vars rullstenar utgöras av gneis och kvartsit samt en förvittrad bergart, som troligen är glaukonitsandsten. I detta bindemedel ha fragment av fossil anträffats, och jag hoppas att snart kunna bestämma åldern på detta förstörda konglomerat. Det ligger ju nära till hands att räkna det som ekvivalent till mammillatuskritan. Den växlande halten av terrigent material i vissa noga analyserade profiler (5), talar ju för att en regression avslutar sistnämnda zon, och att mucronatakritan avlagrats under en ny transgression (*3*, s. 13). Om de i konglomeratet vid Bjärnum inneslutna sedimentära blocken härstamma från mammillatuszonen, skulle vi alltså därstädes ha en nordlig minimigräns för mammillatushavets utbredning.

Konglomerat av samma beskaffenhet som de ovannämnda, före-

---

[1] Alla bestämbara belemniter i Bjärnumstrakten tillhöra, så långt jag hittills sett, *Belemnitella mucronata*. I konglomeratet har dock ännu intet annat än obestämbara bitar träffats.

komma, som sagt, även här och var såsom block i trakten. I litteraturen finnes därom emellertid endast en uppgift av Moberg, som fann sådana W om Bjärlången. Moberg påpekar, att talrika glaukonitkorn ligga »inbäddade i den af kolsyrad kalk bestående hufvudmassan. I denna förekomma därjämte nötstora rundade stycken af klar kvarts samt gneis. Ej sällsynta äro små körtlar, som jag tror vara fosforit.» Vidare anföras från samma konglomerat: Belemit, fisktänder, *Cidaris* (tagg), *Trochus*?, *Turritella*, *Pecten serratus*, *Spondylus*, *Ostrea laciniata*, *Lucina*? korall (*10*, s. 43.)

Kritkonglomerat, som på grund av sitt läge kunde jämföras med dem i Bjärnumstrakten, äro de från Flackarp, nära Kristianstad, (*2*) och Tormarp, N om Hallandsås (*7*). Båda förekomma i samband med kaolinserat urberg. Av särskilt intresse är det sistnämnda, som enligt Lundbohm »äger en anmärkningsvärd likhet med en del kritblock, som Moberg insamlat vid Bjernum i Norra Skåne», en likhet som även understrykes av Lundgren (*8*). Lundbohm har på rullstenarna i detta konglomerat observerat den fina poleringen, som han anser ha uppstått genom glättning i kritslam. Vid Tormarp förekommer 1 % kvarts — ingen kvartsit — och för övrigt gnejs och diorit samt något diabas jämte »några bollar af en gulgrå, tämligen lös, vittrad bergart, hvilken icke ännu blifvit bestämd». Här saknas alltså fosforiten och troligen också andra spår av förstörda sediment.

Lund i juni 1921.

Litteraturförteckning.

(1) Blomberg, A., Beskrifning till kartbladet Vittsjö. — Sver. Geol. Unders. Ser. A. N:o 113. — Stockholm 1895.
(2) De Geer, G., Om kaolin och andra vittringsrester af urberg inom Kristianstadsområdets kritsystem. — Geol. För. Förh. Bd 7. — Stockholm 1885.
(3) Grönwall, K. A., Nordöstra Skånes kaolin- och kritbildningar samt deras praktiska användning. — Sver. Geol. Unders. Ser. C. N:o 261. — Stockholm 1915.
(4) Hennig, A., Studier öfver bryozoerna i Sveriges kritsystem. I. Cheilostomata. Lunds Univ:s Årsskr. T. XXVIII. Lund 1892.
(5) — Guide pour le terrain crétacé de la Suède. — Geol. För. Förh. Bd 32. — Stockholm 1910.
(6) Lindström, A., Om förekomsten af kaolin och kaolinblandad lera i Norra Skåne. — Geol. För. Förh. Bd 6. — Stockholm 1883.
(7) Lundbohm, Hj., Om den äldre baltiska isströmmen i S. Sverige. — Geol. För. Förh. Bd 10. — Stockholm 1888.
(8) Lundgren, B., Om kritfaunan vid Tormarp i Halland och de halländska kritbildningarnas förhållande till öfriga svenska. — Geol. För. Förh. Bd 11. — Stockholm 1889.
(9) — Jämförelse mellan molluskfaunan i mammillatus- och mucronatazonerna i nordöstra Skåne (Kristianstadsområdet). — K. Sv. Vet.-Ak. Handl. Bd 26. N:o 6. — Stockholm 1894.
(10) Moberg, J. C., Cephalopoderna i Sveriges kritsystem I. — Sver. Geol. Unders. Ser. C. N:o 63. — Stockholm 1884.

Förteckning

över svensk geologisk, paleontologisk, petrografisk och mineralogisk litteratur för år 1920.

(Jämte äldre tillägg.)

Av

FR. E. ÅHLANDER.

(Uppsatser i Geol. För. Förhandl. äro ej upptagna. Anmärkningar och kompletterande uppgifter mottagas av FR. E. ÅHLANDER, under adress: Arbetarbiblioteket, Barnhusg. 14, Stockholm. † efter en uppsats anger, att jag ej sett uppsatsen i fråga.)

A[HLMA]NN, H. Professor G. De Geers resa till Nordamerika. — Ymer, Sthlm. Årg. 40, 1920, s 230—231.

— Professor J. G. Andersson's researches in China. — Geogr. Ann., Sthlm, Årg. 1, 1919 (tr. 1920), s. 387—388.

— Some working hypotheses as regards the geomorphology of South Sweden. — Ibid., Årg. 2, 1920, s. 131—145, 3 textfig.

ALÉN, J. En av kortsyntheten besegrad urtidsjätte [flyttblock]. — Sveriges Natur, Sthlm, Årg. 11, 1920, s. 150—151, 1 textfig.

ALMQVIST, ERIK. »Jätteklovan» i Bottna socken, Bohuslän. — Ibid., s. 52—54, 3 textfig.

ANDERSSON, J. G. Preliminary description of a bone deposit at Chow-Kou-Tien in Fang-Shan-Hsien, Chili province. — Geogr. Ann., Sthlm, Årg. 1, 1919 (tr. 1920), s. 265—268, 2 textfig.

ANTEVS, ERNST. Die Jahresringe der Holzgewächse und die Bedeutung derselben als klimatischer Indikator. Eine Literaturzusammenstellung. — Progr. Rei Bot., Jena, Bd 5, 1917, s. 285—386, 1 textfig.

BARTHEL, CHR. Salpeterbildningen i jorden. — Sv. Kem. Tidskr., Sthlm, Årg. 32, 1920, s. 173—183.

BJERKNES, V. Sur les projections et les échelles à choisir pour les cartes géophysiques. — Geogr. Ann., Sthlm, Årg. 2, 1920, s. 1—12, 1 textfig.

BROUWER, H. A. Een geologische reis door Scandinavië. — Delft, Versl. d. Geol. Sectie v. h. Geol. Mijubouwk. Genootsch. v. Nederl. en Kolon., D. 2, St. 8, 1919, s. 280—281. †

B., E. »Getstugan», nära Hede kyrkoby i Härjedalen. — Sveriges Natur, Sthlm, Årg. 11, 1920, s. 159—160, 1 textfig.

Cleve von Euler, Astrid. Petroleum och stenkol. 2. Sv. Kem. Tidskr., Sthlm, Årg. 32, 1920, s. 30—32.

De Geer, Gerard. Om Spetsbergens natur i Sveagruvans omnejd. — Ymer, Sthlm, Årg. 39, 1919 (tr. 1920), s. 240—277, 1 karta, 12 textfig.

Eisenreich, O. Die Eisenerzlagerstätten von Grängesberg in Mittelschweden. — Freiberg, Jahresber. Geol. Ges., 7, 1914, s. 63—68. †

Ekman, Sven. Studien über die Marinen Relikte der nordeuropäischen Binnengewässer. 7. Fortpflanzung und Lebenslauf der marin-glazialen Relikte und ihrer marinen Stammformen. — Intern. Revue d. Ges. Hydrobiol. u. Hydrogr., Leipzig, Bd 8, 1920, s. 545—589.

Erdtman, Gunnar. Einige geobotanische Resultate einer pollenanalytischen Untersuchung von südwestschwedischen Torfmooren. — Sv. Bot. Tidskr., Sthlm, Bd 14, 1920, s. 292—299, 2 textfig.

Florin, Rudolf. Einige chinesische Tertiärpflanzen. — Ibid. s. 239—243, 1 textfig.

— Über den Bau der Blätter von Nilssonia polymorpha Schenk. — Ark. Bot., Sthlm, Bd 16, N:o 7, 1920, 10 s., 1 tavla, 1 textfig.

— Über Cuticularstrukturen der Blätter bei einigen rezenten und fossilen Coniferen. — Ibid., N:o 6, 1920, 32 s., 1 tavla, 9 textfig.

— Zur Kenntnis der jungtertiären Pflanzenwelt Japans. — Sthlm, Vet.-Akad. Handl., Bd 61, N:o 1, 1920, 71 s., 6 tavl.

Frödin, Gustaf. Om de s. k. prekambriska kvartsit-sparagmitformationerna i Sveriges sydliga fjälltrakter. — Sthlm, Sv. Geol. Unders., Ser. C., N:o 299 [= Årsbok 14 (1920), N:o 1], 1920, 66 s., 11 textfig.

Frödin, John. Om förhållandet mellan berggrundens kalkhalt och de nordsvenska växtarternas utbredning. — Bot. Nat., Lund, 1919, s. 139—147.

— La limite forestière alpine et la température de l'air. — Ibid. 1920, s. 167—176.

Funkquist, Herman P. A. Asaphusregionens omfattning i sydöstra Skåne och på Bornholm. — Lund, Univ. Årsskr., N. F. Avd. 2, Bd 16, N:o 1 [= Fysiogr. Sällsk. Handl., N. F. Bd 31, N:o 1] 1919, 55 s., 2 tavl., 3 kart.

Gavelin, A. Hvilka uppgifter hafva de geologiska undersökningarna för bergshandteringen? — Blad f. Bergshandt. Vänner, Örebro, Bd 16, 1920, s. 214—236, disk. s. 224—236.

Geijer, Per. Tuolluvaara malmfälts geologi. — Sthlm, Sv. Geol. Unders., Ser. C, N:o 296 [= Årsbok 13 (1919): N:o 5], 1920, 50 s., 6 tavl., 13 textfig.

Grönwall, K. A. Betydelsen av systematiska jordundersökningar i Skåne. — Skånsk Jordbr.-Tidskr., Malmö, Årg. 2, 1920, s. 177—182. †

Hadding, Assar. Kritische Studien über die Terebratula-Arten der schwedischen Kreideformation. — Paläontologica, Stuttgart, Bd 63, 1919, s. 1—24, 9 tavl., 5 textfig.

Halden, Bertil E. Om de norrländska skalbankarnas växtgeografiska betydelse. Sorbus suecica Krok som relikt i Hälsingland? — Sv. Bot. Tidskr., Sthlm, Bd 14, 1920, s. 194—211, 5 textfig.

HALLE, T. G. Psilophyton (?) Hedei n. sp., probably a landplant, from the silurian of Gothland. — Sv. Bot. Tidskr., Sthlm, Bd 14, 1920, s. 258—260, 1 tavla.

HELLSING, GUSTAF. Bidrag till kännedomen om den svenska skifferoljans sammansättning. — Ark. Kemi, Sthlm, Bd 7, N:o 29, 1920, 23 s.

HILLERT, AXEL. »Runkesten». Ett märkligt småländskt naturminne. — Sveriges Natur, Sthlm, Årg. 11, 1920, s. 163—164, 1 textfig.

VON HOFSTEN, NILS. Wegeners förskjutningsteori och de djurgeografiska landförbindelsehypoteserna. — Ymer, Sthlm, Årg. 39, 1919 (tr. 1920), s. 279—301, 9 textfig.

HOLM, E. A. Magnetiska undersökningar på järnmalmsmineral och konstgjorda silikat med järn och mangan. — Sthlm, Jernkont. Annaler, Årg. 104, 1920, s. 113—143, 2 textfig.

HOLMBERG, BROR. Bidrag till kännedomen om den svenska skifferoljans kemi. — Tekn. Tidskr., Sthlm, Årg. 50, 1920, Kemi o. Bergsnat., s. 22—32, disk. s. 31—32.

HOLMSTRÖM, LEONARD PONTUS. Nekrolog:

RIBBING, SEVED. Leonard Pontus Holmström, Till åminnelse. — Tidskr. Sv. Folkhögsk., Lund, Årg. 1, 1920, s. 1—14, 1 portr.

VON HUENE, FRIEDRICH. Gonioglyptus, ein alttriassischer Stegocephale aus Indien. — Acta Zool., Sthlm, Årg. 1, 1920, s. 433—464, 3 tavl., 14 textfig.

— Osteologie von Aëtosaurus ferratus O. Fraas. — Ibid., s. 465—486, 51 textfig.

HÖGBOM, A. G. Geologisk beskrivning över Jämtlands län. 2. omarb. uppl. — Sthlm, Sv. Geol. Unders., Ser. C, N:o 140, 1920, 138 s., 2 kart., 88 textfig.

— Nivåförändringarna i Norden. Ett kapitel ur den svenska naturforskningens historia. — Göteborg, Vet.-Vitt.-Samh. Handl., 4. F., 21: 3., 163 s., 1 tab.

HÖGBOM, B. Ett beriktigande med anledning av G. De Geers uppsats »Om Spetsbergens natur i Sveagruvans omnejd». — Ymer, Sthlm, Årg. 40, 1920, s. 342—343, 1 karta i texten.

Ett intressant fynd. [Underkäkshalva av björn samt hasselnötter från torvmosse i Borgsjö s:n, Medelpad.]. — Fauna och Flora, Uppsala & Sthlm, Årg. 15, 1920, s. 47—48.

JOHANSSON, NILS. Neue mesozoische Pflanzen aus Andö in Norwegen. — Sv. Bot. Tidskr., Sthlm, Bd 14, 1920, s. 249—257, 2 textfig.

LARSON, ALF. Möjligheterna för en svensk skifferoljeindustri. — Medd. Sveriges Industrikontor, Sthlm, Årg. 3, 1920, s. 18—26.

LINDGREN, WALDEMAR. Praktisk geologi såsom yrke. [Övers. från Economic Geology, N:o 1, 1919.] — Tekn. Tidskr., Sthlm, Årg. 50, 1920, Kemi o. Bergsvet., s. 37—38.

LINDROTH, GUSTAF T. Några studier rörande nickels förekomstsätt uti svenska nickelförande magnetkiser. — Ibid., s. 68—73, 4 textfig.

LINDÄLV, ELOV. Fjärebygdens jättegrytor. — Vår Bygd, Göteborg, 1920, s. 10—14, 4 textfig.

LUNDQVIST, G. Jungfrun Island in Kalmarsund, Sweden. The granite and its surface forms. — Geogr. Ann., Sthlm, Årg. 2, 1920, s. 201—224, 10 textfig.

Lundqvist, G. Pollenanalytiska åldersbestämningar av flygsandfält i Västergötland. — Sv. Bot. Tidskr., Sthlm, Bd 14, 1920, s. 176—185, 6 textfig.

Lönnqvist, Conrad. Måste jordens kärna antagas vara av hög temperatur. — Ark. Matem., Sthlm, Bd 14, N:o 26, 1920, 26 s., 7 textfig.

Malmström, Carl. Trapa natans L. i Sverige. — Sv. Bot. Tidskr., Sthlm, Bd 14, 1920, s. 39—81, 6 textfig.

Melin, E. &. Odén, Sven. Kalorimetrische Untersuchungen über Humus und Humifizierung (Bodenkundl. Forsch. . . . Uppsala 1914—1919). — Intern. Mitt. f. Bodenk., Berlin, Bd 9, 1920, s. 391—418, 4 textfig.

Mohr, E. C. Jul. De methoden van Atterberg ter bepaling van consistentiecij fers, en uitkomsten daarmede verkregen aan gronden van Java en Madoera. — Batavia, Medd. Labor. Agrogeol. en Grondonders . . ., N:o 1, 1915. †

Munthe, Henr. Ett intressant jättegrytområde vandaliserat. — Sveriges Natur, Sthlm, Årg. 11, 1920, s. 31—33, 3 textfig.

— Strandgrottor och närstående geologiska fenomen i Sverige. Naturskyddsutredning. — Sthlm, Jordbruksdept., 48, 1920, 67 s., 29 tavl., 1 karta, 18 textfig. — Sthlm, Sv. Geol. Unders., Ser. C, N:o 302 [= Årsbok 14 (1920): N:o 4], 1920, 67 s., 29 tavl., 1 karta, 18 textfig.

Nathorst, A. G. Einige Psygmophyllum-Blätter aus dem Devon Spitzbergens. — Uppsala, Bull. Geol. Inst., Vol. 18, 1920, s. 1—8, 1 tavla, 1 textfig.

— Linnés uppfattning av de s. k. »Kornähren» i den permiska skiffern vid Frankenberg i Hessen. — Sv. Linné-Sällsk. Årsskr., Uppsala, Årg. 3, 1920, s. 57—60, 4 textfig.

— Zur fossilen Flora der Polarländer. T. 2. Lf. 1. Zur Kulmflora Spitzbergens. — Sthlm 1920. 82. 45 s., 6 tavl., 2 textfig.

Nathorst, Harry. Nya data rörande elektrisk malmletning och dess praktiska resultat. — Tekn. Tidskr., Sthlm, Årg. 50, 1920, Kemi o. Bergsvet., s. 73—74.

Naumann, Einar. Notizen zur Biologie der Süsswasseralgen. 1. Über die Ausfällung des Eisenoxyds bei einer Art der Gattung Lyngbya C. Ag. — Ark. Bot., Sthlm, Bd 16, N:o 1, 1919, 11 s., 7 textfig.

— Några synpunkter angående de limniska avlagringarnas terminologi. — Sthlm, Sv. Geol. Unders., Ser. C, N:o 300 [= Årsbok 14 (1920): N:o 2] 1920, 22 s., 3 textfig.

Odén, Sven. Die automatisch registrierende Apparaten zur mechanischen Bodenanalyse und einige damit ausgeführte agrogeologische Untersuchungen. (Bodenkundl. Forrsh. . . . Uppsala 1914—1919). — Intern. Mitt. f. Bodenkunde, Berlin, Bd 9, 1920, s. 301—342, 10 tavl., 12 textfig.

— Die automatisch registrierende Sedimentiervorrichtung und ihre Anwendung auf einige kolloidchemische Probleme. — Kolloid-Zeitschr., Dresden & Leipzig, Bd 26, 1920, s. 100—121, 20 textfig.

— Die Bedeutung der Kalkung von Humusböden (Bodenkundl. Forsch. . . . Uppsala 1914—1919). — Intern. Mitt. f. Bodenkunde, Berlin, Bd 9, 1920, s. 375—390, 1 tavla, 7 textfig.

— Några kolloidkemiska torvproblem. — Tekn. Tidskr., Sthlm, Årg. 50,

1920, Kemi o. Bergsvet., s. 44—49, 59—62, 17 textfig.; disk. s. 61—62.

ODÉN, SVEN. Zur Frage der Azidität von Humusböden und deren Bestimmung. (Bodenkundl. Forsch. . . . Uppsala 1914—1919). — Intern. Mitt. f. Bodenkunde, Berlin, Bd 9, 1920, s. 361—374, 1 tavla, 1 textfig.

— Se MELIN, E. L. o. ODÉN, SVEN.

— o. REUTERSKIÖLD, A. Die Einwirkung von Salzsäure auf Tone und Mineralkörner. (Bodenkundl. Forsch. . . . Uppsala 1914—1919). — Ibid., s. 343—361, 2 tavl., 1 textfig.

OSVALD, HUGO. Komosse. — Sveriges Natur, Sthlm, Årg. 11, 1920, s. 34—51, 8 textfig.

Pietetsfullt bevarande av flyttblock. — Ibid., s. 165, 1 textfig.

QUENSEL, PERCY. Geologi, mineralogi och petrografi. (Vetenskapens framsteg under de senaste åren.) — Tidskr. Sv. Folkbildningsarb., Sthlm, Årg. 8, 1919 (tr. 1920), s. 38—45, 1 textfig.

RAMBERT, E. Experimentella vulkaner och månkratrarnas uppkomst. — Vetensk. o. Livet, Sthlm, Årg. 5, 1920, s. 258—264, 12 textfig.

REUTERSKIÖLD, A. Se ODÉN, SVEN o. REUTERSKIÖLD, A.

RIBBING, SEVED. Se HOLMSTRÖM, LEONARD PONTUS.

ROCÉN, TH. Redogörelse för torfmarksundersökningar i Gäfleborgs län, 1919. — Sv. Mosskulturför. Tidskr., Jönköping, Årg. 34, 1920, s. 96—114, 149—166, 4 textfig.

— Redogörelse för torfmarksundersökningar i Jönköpings län år 1919. — Ibid., s. 313—332.

SAHLIN, CARL. Historien om den förstenade gruvarbetaren i Falun och denna berättelses användning som diktmotiv. — Sthlm, Jernkont. Annaler, Årg. 104, 1920, s. 239—252.

SANDEGREN, R. Najas flexilis i Fennoskandia under postglacialtiden. — Sv. Bot. Tidsk., Sthlm, Bd 14, 1920, s. 147—167, 5 textfig.

SANDSTRÖM, J. W. The problem of mountain formation from a mechanical point of view. — Geogr. Ann., Sthlm, Årg. 2, 1920, s. 13—19, 7 textfig.

SERNANDER, RUTGER. En supralitoral havsstrandsäng från den äldre bronsåldern bevarad i det inre Uppland. — Sv. Bot. Tidskr., Sthlm, Bd 14, 1920, s. 330—340.

SMITH, HARALD. Vegetationen och dess utvecklingshistoria i det centralsvenska högfjällsområdet. (Norrländskt handbibl., 9.) — Uppsala 1920. 4:o. 238 s., 2 kart., 40 textfig.

SORG. Beitrag zur Kenntnis des Nickel-Magnetkies-Vorkommens Ruda bei Vingåker (Östergötland in Schweden). — Zeitschr. f. prakt. Geol., Halle a. S., Jahrg. 27, 1919, s. 153—157, 3 textfig.

STOLPE, PER. Till frågan om sjönötens och stenåldersfolkets invandring samt Bolmens nivåförändringar. — Ymer, Sthlm, Årg. 40, 1920, s. 333—335.

SUNDELIN, UNO. Vad är »Braskens grav»? — Linköping, Folkskollärareseminarium. Redog. 1918—1919, Linköping 1919, s. 63—73, 3 textfig.

— Om en stenåldersboplats vid litorinagränsen i Östergötland. — Rig, Sthlm, Bd 3, 1920, s. 14—22, 28 textfig.

SUNDELIN, UNO. Om stenåldersfolkets och sjönötens invandring till Småländska höglandet. — Ymer, Sthlm, Årg. 40, 1920, s. 131—195, 12 texifig.

SVENSSON, JOSEF. En gammal berättelse om sjönöten i Småland. »Om Hökesiö och dess päron och nötter.» — Sv. Bot. Tidskr., Sthlm, Bd 14, 1920, s. 82—87.

TAMM, OLOF. Markstudier i det nordsvenska barrskogsområdet. — Sthlm, Medd. Statens Skogsförsöksanst., H. 17, 1920, s. 49—300, 4 tavl., 22 textfig.; tysk res. s. 277—300.

TROEDSSON, GUSTAF T. Om Skånes brachiopodskiffer. — Lund, Univ. Årsskr., N. F., Avd. 2, Bd 15, N:o 3 [= Fysiogr. Sällsk. Handl., N. F., Bd 30, N:o 3] 1919, 108 s., 2 tavl., 13 textfig.; eng. res. s. 86—99.

TÖRNQUIST, SVEN LEONARD. Nekrolog:
Sven Leonard Törnquist. — Geol. Mag., London, Vol. 57, 1920, s. 527—528.

WEIBULL, M. Om marklärans ställning särskilt vid den högre undervisningen i lantbruk. — Nord. Jordbrugsforskn., Kbhvn, Årg. 2, 1920, s. 206—213.

WESTGREN, ARNE. Röntgenspektrografiska undersökningar å järn och stål. — Sthlm, Jernkont. Annaler, Årg. 104, 1920, Tekniska disk.-mötet d. 29/5 1920, s. 101—123, 7 textfig.; disk. s. 119—123.

WILKENS, OTTO. Über einige von Ch. Darwin bei Port Famine (Magellanstrasse) gesammelte Kreideversteinerungen und des Vorkommen derselben Arten in der Antarktis. — Göteborg, Vet.-Vitt.-Samh. Handl., 4 F., 21: 2, 1920, 13 s.

WIMAN, CARL. Professor J. G. Anderssons samlingar av fossila däggdjur från Kina. — Ymer, Sthlm, fig. 40, 1920, s. 76—77.

ZENZÉN, NILS. Studier i och rörande Bergskollegii mineralsamling. 1—4 — Ark. Kemi, Sthlm, Bd 8, N:o 1, 1920, 134 s., 58 textfig.

Notiser.

Förekomster av kambriska sandstensgångar i Östergötlands skärgård.

Av

B. Asklund.

Under bergartsrevidering av geol. kartbladet Torönsborg beläget i Östergötlands skärgård, hava sprickfyllnader av sandsten upptäckts på följande lokaler (alla belägna i egentliga skärgårdszonen):

1) Grytskär (300 m NW om Ytterbådan, å hemmanet Kallsö). Skäret genomsättes i sin helhet av talrika vertikalställda sprickor i riktning N45°O. Tvenne av dessa sprickor, en norrut och en söderut på skäret hålla tumstjocka gångar av delvis arkosartad, ljust gulbrun sandsten.

2) Hamnskär (tillhörande hemmanet Kallsö). Hela detta skär är genomsatt av vertikala sprickor i samma riktning som på Grytskär. Vid östra stranden ses inom ett område mellan skärets nordspets och 150 m åt söder 6 st. sandstensfyllda sprickor, av vilka de fyra nordligare ha en bredd av endast få millimeter, de två övriga äro omkring 3 cm. breda. På västsidan av skäret ses tvenne sandstensgångar, sannolikt direkta fortsättningar av de två bredare gångarna på ostsidan. Nära södra udden av skäret finnes på västsidan ännu en, halvcentimetertjock sandstensgång. Sandstenen har gulbrun färg och mycket vacker klastisk struktur.

3) Inre Kärrö (tillhörande hemmanet Kallsö). Ungefär mitt på öns ostsida finnes en 2 cm tjock med de förutnämnda likartad sandstensgång som fyllnad i en spricka, riktad N40°O.

4) St. Ljusbådan (tillhörande hemmanet Gräsmarö). Skärets mittparti genomdrages av en klyfta riktad N65°O. I denna ses flera sprickor, av vilka en innehåller fyllnad av dels rödbrun lersten, dels även grågul arkosartad sandsten, vilken även innehåller små rundade stycken av den röda lerstenen.

I sin helhet visa sig dessa sandstensgångar vara bundna till ett inom skärgårdszonen uppträdande, mycket markerat spricksystem vanligen förlöpande i rakt NO-SW. Längre in mot fastlandet synes denna spricksriktning upphöra, men åt norr fortsätter den inom skärgårdszonen såväl i

Östergötland[1] som sydöstra Södermanland. På grund av dess religionala karaktär skulle det sannolikt vara en ganska tacksam uppgift, att inom dess utbredningsområde göra en systematisk genomletning efter sandstensgångar.[2]

Ehuru fossilfria torde på grund av utseendet dessa sandstensgångars *kambriska* ålder knappast kunna betvivlas. I åldershänseende mera svårtydd blir den lerstensfyllnad, som anträffats å St. Ljusbådan. Tydligen är denna äldre än den i samma spricka förekommande sandstenen, och torde sålunda kunna tillskrivas *algonkisk* ålder. — Av likartade bergarter har Statsgeologen H. HEDSTRÖM benäget påpekat de inom Almesåkraserien förekommande röda lerstenarna, och likaså har Statsgeologen A. H. Westergård visat förf. stuffer av Mickwitziasandstenens bottenkonglomerat från Lugnås, vilka innehålla bollar av en likartad mörkt rödbrun lersten.

Saltefloresenser på Gottland.

Av

C. WIMAN.

Under de senare åren ha saltutvittringar ur marken icke så sällan varit på tal bland svenska geologer.

Så t. ex. omtalar BERTIL HÖGBOM (4, sid. 247), att på Spetsbergen natriumsulfat vid torr väderlek kan liksom rimfrost betäcka betydande arealer, samt att saltskorpan kan bli mer än centimetertjock.

Genom undersökningar av IVAR ARVIDSSON (1, sid. 145) och A. G. HÖGBOM (3, sid. 41) m. fl. har den sedan gammalt kända utvittringen av sulfater ur vissa av våra lösa jordlager fått ett stegrat intresse, då den i flera fall kunnat sättas i samband med massutvandring och massdöd av fisk och antagligen även andra vattendjur.

Min uppmärksamhet var genom dylika intressanta rön inriktad på saltefloresenser.

Jag kom därför i somras, då jag under Licenciaten E. HEDES ledning under några dagar i juni studerade Gottlands silurstratigrafi, att på Korpklint göra en iakttagelse, som jag med dessa rader velat arkivera.

Korpklint ligger ungefär 3,5 km norr om Visby och är en av de talrika isolerade strandklintar, vilkas läge står i samband med förekomsten av fossila korallrev (6, Pl. 9. Fig. 1). Branten vetter mot havet, men ligger några tiotal meter innanför själva stranden.

I denna brant funnos utefter hela klinten på för regn skyddade ställen, även på mycket små fläckar, kritvita saltefloresenser. Saltet var företrädesvis bundet till de lerigare skiktfogarne, men förekom även annorstädes och oberoende av bergarten, således icke endast på övre Visby-mergelstenen, utan även på de till Högklint-kalkstenen hörande krinoidékalken och revstenen (2). Utanför skiktfogarne kunde saltpälsen bilda flera centimeter tjocka valkar.

[1] Se även beskr. till geol. kartbladet Gottenvik. S. G. U:s publ. Ser. Aa N:o 64.

[2] Nordostliga sprickriktningar äro även starkt framträdande inom kartbladet Loftahammar, varest fynd av kambriska sandstensgångar sedan länge äro kända. Jfr. Gavelin, Beskrivning till kartbladet Loftahammar. S. G. U. Ser. Aa N:o 127.

Enligt av Doktor NAIMA SAHLBOM godhetsfullt utförd analys utgöres saltet av magnesiumsulfat. Någon utvittring av magnesiumsulfat iakttogs icke på något mer ställe, men detta kan bero på, att det kom regn med pålandsvind. Däremot observerades även efter regnet den vanliga efflorescensen av gips. Denna var på Hoburgen, i den grotta, som av MUNTHE (5, fig. 49) betecknas som »Hobergsgubbens skattkammare» så riklig, att ett prov kunde tagas till analys. Den av Doktor SAHLBOM utförda analysen bekräftade mitt antagande, att det var gips, som förelåg.

Vad beträffar magnesiumsulfatets härkomst, så kan det knappast tänkas härröra ur havsvattnet vid stranden, varken genom uppsugning eller genom vid pålandsstorm vinddrivet stänk. Däremot tyder koncentrationen vid skiktfogarna på, att saltet kommit ur bergarterna. Skiktfogarna äro ofta mer eller mindre vattenförande eller åtminstone fuktiga, och ur detta grundvatten torde saltet, i följd av den exeptionellt torra våren och försommaren, hava bringats till efflorescens.

Någon analys av gottländskt grundvatten, innehållande magnesiumsulfat, har jag icke kunnat uppdriva.

Citerad litteratur.

1. ARWIDSSON, IVAR. Tillfälligt klara vatten och iakttagelser över fiskdöd etc. i samband därmed. Svensk Fiskeri-Tidskrift. 1915. sid. 145. Upsala 1915.
2. HEDE, J. ERNHOLD. Gottlands Silurstratigrafi. S. G. U. Ser. C. N:o 305. Årsbok 14 (1920) N:o 7. Stockholm 1921.
3. HÖGBOM, A. G. Om vitriolbildning i naturen såsom orsak till massdöd av fisk i våra insjöar. Svensk Fiskeri-Tidskrift. 1921. sid. 41. Upsala 1921.
4. HÖGBOM, BERTIL. Wüstenerscheinungen auf Spitzbergen. Bull. Geol. Inst. Upsala. Vol. 11. sid. 242. Upsala 1912.
5. MUNTHE, H. Strandgrottor och närstående geologiska fenomen i Sverige. Naturskyddsutredning. S. G. U. Ser. C. N:o 302. Årsbok 14 (1920). N:o 4. Stockholm 1921.
6. WIMAN, C. Ueber silurische Korallenriffe in Gotland. Bull. Geol. Inst. Upsala. Vol. 3. sid. 311. Upsala 1897.

Notis om auripigment från svensk fyndort.

Av

IVAR D. WALLERIUS.

Enligt en uppgift, som citeras från HISINGER, skall detta mineral en gång vara funnet i porfyr vid Rothendalsgruvorna i Älvdalen, Dalarne. Då det säkerligen är en stor sällsynthet i vårt land, må ett annat fynd av svenskt ursprung här omnämnas. I undertecknads samling finnes ett stycke auripigment, som enligt etiketten också härrör från Dalarne, nämligen från Svartviks gruva i Svärdsjö socken. Den lilla stuffen, som väger

20 *g*, är brett kilformig med radialstänglig textur och tydliga genomgångar och härrör påtagligen från ett klot- eller njurformigt aggregat. Kanske finnes någon del av detta i annan samling. Något spår av den mineralassociation, i vilken detta auripigment förekommit, är ej synbart; mineralet självt är emellertid blyhaltigt. Dess anträffande ligger nog rätt långt tillbaka i tiden. Mitt exemplar har nämligen tillhört den Bergerska mineralsamlingen å Torreby, som torde ha hopbragts under 1800-talets tidigare del. Ett daterat fynd i denna samling är just i år sekelgammalt: »Droppsten, tagen i Stockholm i Logården under Reparation av Sträck Murn åt sjösidan den 24 april 1821». Även auripigmentetiketten är säkert av gammalt datum, den lyder: Rauschgelb fr. Swartwiks grufva Swerdsjö, Dalarne.

Göteborg, dec. 1921.

Geolognytt.

Geologkongressen i Brüssel 1922.

Vid kongressen i Toronto 1913 antogs Belgiens inbjudan till nästa kongress. Förhållandena ha helt naturligt omöjliggjort kongressens afhållande tills dato, men i dagarne har Belgien utsänt sitt första »circulaire» vari meddelas att kongressen äger rum under tiden 10—19 augusti 1922. Exkursionerna börja den 1 augusti.

Enl. ett provisoriskt program framläggas följande diskussionsämnen vid kongressen:

1. Den hercyniska veckningszonens tektonik.
2. Carbonformationens geologi.
3. Jämförelse mellan jordskorpans veckningszoner och sänkningsfält.
4. Afrikas geologi.
5. Jämförelser mellan södra och norra halvklotets geologiska och paleontologiska utveckling.
6. Asiens tektonik.
7. De sedimentära bergarternas petrografi.
8. Oljegeologien.

Före kongressen planeras 5 exkursioner varierande mellan 3 till 9 dagar, under kongressen äga 10 kortare utflykter rum och efter kongressen vidtaga 5 exkursioner på 4—12 dagar.

President för organisationskommittén är J. LEBACQZ, generalsekreterare A. RENIER.

Efter världskrigets nedbrytande av de internationella vetenskapliga förbindelserna hade nog var och en hoppats att med glädje kunna hälsa den första inbjudan till en ny geologkongress och däri velat se ett allvarligt försök att återknyta de personliga relationerna geologerna emellan. Till sin ledsnad finner man dock att Belgien utfärdat inbjudningen utan att mäkta den självövervinnelse, som onekligen skulle legat i ett sådant försök. Med följande ord uteslutes centralmakterna kategoriskt från kongressen: »Toutefois, faisant usage des pouvoirs qui lui ont été reconnus dans la réunion tenue à Londres, le 20 juillet 1921, par la Commission d'études du statut du Congrès, le Comité d'Organisation de la XIII Session a décidé de ne pas agréer les demandes d'inscription qui emaneraient

de ressortissants des pays qui ont fait la guerre à la Belgique, au mépris des traités».

Med förvåning frågar man sig med vilken maktfullkomlighet kommittéen i London kunnat utfärda dylikt tillstånd till emot all internationell kongresskutym stridande bestämmelser. Sagda kommitté tillsattes i Toronto 1913 för att utarbeta och för följande kongress framlägga *förslag* till en fastare organisation för de internationella geologkongresserna. Medlemmar i kommittén voro BROCK ordf., J. G. ANDERSSON, BARROIS, KARPINSKY, RENIER, OTIS SMITH, STEINMANN och E. TIETZE. Av dessa närvoro i London vid sammanträdet i juli endast hrr BROCK, RENIER och O. SMITH. I hvilka ordalag dessa kommittémedlemmar bemyndigat Belgien att utesluta centralmakterna från kongressen är oss ännu ej bekant. Enligt ett referat av förhandlingarna i London, infört i sista häftet av Geologische Rundschau förekommer intet utlåtande i sådan riktning.

Som fallet nu är, föreligger en högst beklaglig situation. Det synes oss uppenbart att Belgien ej har rättighet att kalla den kongress till vilken den inbjuder, för »Congrès géologique international, XIII session», då den egenmäktigt eller på grund av medgivande av en kommitté, som därtill synes sakna varje befogenhet tillåtit sig att omforma grundvalen av de tidigare internationella geologkongressernas sammansättning. Det har ju länge under hand varit bekant, att Belgien tänkte försöka förfara på detta sätt och från engelsk sida synes betänkligheter tidigt ha uppstått i det Geological Society of London i våras inbjöd till en «informal conference» i Edinburg i september för att diskutera frågor i samband med nästa geologkongress. Tyvärr förekom Belgien med en formlig inbjudan och konferensen inställdes. — Ett liknande försök att förgripa sig på häfdvunnen, om ock ej juridiskt utformad arbetsordning inom det internationella kongressväsendet gjordes i Strassburg 1920, där emellertid på svenskt initiativ under sittande förhandlingar matematikerkongressens officiella namn fick ändras från »Congrès international des Matematiciens» till »Congrès international de Matematiciens». Härigenom utskildes kongressen ur de numrerade internationella matematikerkongressernas ordningsföljd, och blev i stället en privat kongress, vars beslut ej förgripa sig på kommande kongressers handlingsfrihet.

Skulle Belgien kunnat förmås att slå in på en sådan väg, hade intet varit att säga emot dess inbjudan till en privat geologkongress. Som sakläget nu är, synes de neutrala staterna böra noga överväga, huru de hava att förhålla sig till kongressen och som sin ståndpunkt med fasthet hävda, att kongressen ej får anses som den 13:de internationella geologkongressen utan som en av Belgien privat inbjuden »internationell geologkongress», vars förhandlingar och beslut på intet sätt äro bindande för den härnäst sammanträdande XIII:de internationella geologkongressen. *Q.*

Från Sveriges geologiska undersöknings verksamhet under år 1921 kan anföras:

För utgivande av nya geologiska kartor över omgivningarna kring Stockholm och Göteborg hava nyrekognoseringar inom nämnda trakter ägt rum.

Den år 1919 påbörjade praktiskt-geologiska undersökningen av Västerbottens läns kust- och skogsområden har fortsatts med upprättande av jord-

artskarta i skalan 1 : 200 000 över ett 424 kvkm. stort område längs Vindelälvens dalgång samt berggrundskartering över ett större, delvis malmförande område inom Norsjö och angränsande socknar.

Den förrådsstatistiska utredningen av södra Sveriges torvtillgångar har, förutom smärre kompletteringar i Skaraborgs län, pågått och avslutats i Skåne, Blekinge, södra Kalmar län samt inom Upplands och Södermanlands slättbygder.

Den kvalitativa rekognoseringen av torvmarker har pågått och avslutats på de topografiska bladen Linköping, Karlsborg, Hjo, Ängelholm, Landskrona, Lund, Kristianstad, Malmö, Ystad, Simrishamn, Hemse, Klintehamn, Visby, Lummelunda samt påbörjats på bladet Finspång.

Agrogeologiska detaljundersökningar hava utförts på Valinge egendom i Södermanland samt å Centralanstaltens egendom vid Experimentalfältet.

För åstadkommandet av en indelning av landet i olika jordbruksdistrikt har en översiktlig jämförande undersökning utförts rörande jordarterna inom de viktigaste olika jordbruksområdena i södra och mellersta Sverige.

Hydrogeologiska specialundersökningar hava utförts inom Alsterns och Ölmans vattenområde i Värmlands län, varjämte inom Dalälvens och Indalsälvens vattenområden påbörjats undersökningar rörande orsakerna till flytjordsfenomen och ravinbildningar.

Geologen-Kalender för 1921—22 har utkommit på Max Wegs förlag och betingar ett pris av 60 Mk. Uppställningen är i stort lika med föregående årgång. Svårigheten att införskaffa tillförlitliga uppgifter från en del håll har förorsakat åtskilliga luckor eller felaktigheter i personaluppgifter och organisationer.

Överdirektör AXEL GAVELIN har under november och december företagit en resa till England och Tyskland för studier av organisationen vid de geologiska undersökningarna och närbesläktade vetenskapliga institutioner i nämnda länder.

Mötet den 3 nov. 1921.

Närvarande 37 personer.

Ordföranden hr HOLMQUIST meddelade att Styrelsen gått i författning om översändandet av en lyckönskningsadress till prof. W. C. BRÖGGER på hans sjuttioårsdag samt uppdragit åt prof. BÄCKSTRÖM att å Föreningens vägnar överlämna adressen. Adressen hade följande lydelse:

Till

Herr Professor

WALDEMAR CHRISTOPHER BRØGGER.

Då Du i dag åter passerar en av livets viktigare milstolpar, glädja sig Geologiska Föreningens i Stockholm medlemmar att ånyo i tankarna samlas kring ditt frejdade forskarenamn och i vördnad och tillgivenhet deltaga i den hyllning, som från när och fjärran kommer dig till del.

Själv har Du genom ditt senaste verk över Fenfältet flätat Dig den vackraste lagern för din bemärkelsedag. Må kraft ännu förunnas Dig att fullfölja den stora uppgift, Du redan i unga år sökte dig i Kristianiafältet. Må där nya segrar kröna din forskaregärning.

Invaldes till medlemmar i Föreningen Professor O. B. BØGGILD, Köpenhamn, föreslagen av hr Gavelin.

Amanuensen HANS LOHMANDER, Lund, föreslagen av hr v. Post samt

Fil. mag. GÖSTA WEILER, Huskvarna, föreslagen av hr Sandegren.

Beslöt Föreningen att framflytta tiden för sammanträdena till kl. 7 e. m.

Hr B. ASKLUND höll ett av stuffer och kartor illustrerat föredrag om *några urbergstektoniska problem från Östergötland.*

En uppsats i anslutning till föredraget finnes infört i föreliggande häfte av förhandlingarna.

Med anledning av föredraget yttrade sig hrr GEIJER, GAVELIN, SUNDIUS, QUENSEL, HOLMQUIST, EKLUND och *föredraganden.*

Hr GEIJER framhöll, att den intressanta tektonik, som föredr. skildrat, icke återfinnes inom de centralare delarna av det mellansvenska leptit-urgranitområdet. Bl. a. äro stupningarna där genomgående vida brantare. Vid Riddarhyttan hade tal:s nyligen avslutade undersökningar givit beträffande tektoniken väsentligen samma resultat som W. PETERSSON förut nått i Norberg: leptitformationen är dels starkt sammanpressad till brant stående isoklinala veck, dels även veckad i annan riktning i mera böljande långa veck. I Norberg gör sistnämnda veckningsriktning en mycket spetsig vinkel med det förstnämnda systemet, vid Riddarhyttan däremot föreligger en verklig tvärveckning i nära rät vinkel mot detta. Tal. anförde flera exempel på dylik sammansatt veckning i yngre bergskedjor, bl. a. vår kaledoniska, och ansåg de båda vecksystemen vara i stort sett samtidiga. Inom de centralare delarna av leptitformationens utbredningsområde vore således enl. talaren tektonikens huvuddrag desamma som i yngre bergskedjor. En olikhet förelåge dock däruti, att vid Riddarhyttan tvärveckningen gått därhän att dessa veck ställvis äro isoklinala, en företeelse som ej synes vara känd från någon yngre bergskedja.

Hr SUNDIUS förenade sig i den föregående talarens lyckönskan till det slutförda karteringsarbetet å bl. Torönsborg med dess svårkarterade berggrund. Tal. ville bland resultaten såsom ett av de viktigaste betona den funna i stort flacka lagringen inom den superkrustala formationen, vilken är av största betydelse för vår uppfattning av formationens mäktighet och därmed sammanhängande frågor. Tal. var enig med föredr. i, att en yngre deformationszon måste föreligga utmed kustzonen av Östergötland och norra Småland, något som tal. redan diskuterat i ett färdigskrivet manuskript (se uppsats detta häfte) och tidigare i Åtvidabergsarbetet. På en förfrågan av hr HOLMQUIST framhöll tal. i detta sammanhang, att yngre, ej deformerade amfibolitgångar av honom å nordvästra delen av bl. Skrikerum iakttagits genomskära den äldre skiffrigheten under trubbiga vinklar.

Hr QUENSEL påpekade huru för varje förnyad detaljundersökning inom urbergsområdena nya analogier med fjälltektoniken komma fram. Tanken att tektoniken i vårt urberg i vissa stråk har skapats under processer fullt jämförbara med bergskedjeveckningar vinner därvid alltmer terräng.

Föredragandens framvisande av den trots lokalt brant stupning i det stora hela flacka byggnaden av skärgårdszonen och de intrusiva berg-

arternas lagergångsartade injektionssätt är en ny analogi i denna riktning. Inom de sydlappska fjällområdena spela just de flacka eruptivskollorna, intruderade konkordant med berggrundens allmänna förskiffringsriktning, en lika viktig och tydligen i mångt och mycket analog roll som nu skildrats från Östergötland. Och samma svårighet finnes även i dessa dock relativt ungdomliga formationer att påvisa intrusivens rotlinje eller sammanhörighet med angränsande massiv.

Hr HOLMQUIST föredrog *några nya ådergnejstyper.*

I utvidgad form återfinnes föredraget i en uppsats i föreliggande häfte av förhandlingarna.

Med anledning av föredraget yttrade sig hrr QUENSEL, SUNDIUS och *föredraganden.*

Hr QUENSEL framhöll såsom önskvärt att då man nu ginge att skapa ett nytt namn såsom kollektivbegrepp för en genetiskt heterogen samling av strukturellt besläktade bergarter, på något sätt det genetiska momentet, som för åderbildningen vid allt vad ådergnejser heter, ändå blir av fundamental betydelse för tydningen av fenomenet, måtte få komma till uttryck. Det nya namnet venit kunde då inskränkas till sådan ådergnejsbildning, där ådermaterialet vore endogent gent emot moderbergarten, under det begreppet arterit finge beteckna ådergnejsbildning under exogen materialtillförsel, oberoende av på vad sätt i övrigt åderbildningen i detalj ägt rum.

Hr SUNDIUS ville med anledning av föredr:s »venit»-tabell påpeka, att man måste räkna med, att utom de där upptagna species vi även måste räkna med en betydande grupp av veniter av primärt magmatiskt ursprung. Desamma kunna på grund av sin habituella överensstämmelse ej utskiljas från venitgruppen.

Sekreteraren anmälde till införande i förhandlingarna
L. H. BORGSTRÖM: Mineralens hårdhet och
G. T. TROEDSSON: Några iakttagelser över Kritbildningarnas bottenlager i Bjärnumstrakten.

Mötet den 1 december 1921.

Närvarande 36 personer.

Ordföranden hr HOLMQUIST, meddelade att sedan förra mötet kemisten vid Sveriges geol. undersökning fil. dr. ROBERT MAUZELIUS avlidit samt ägnade den bortgångne några varma minnesord.

Styrelsen förelade Föreningen ett förslag att till *första ledamot* i Föreningen välja H. K. H. KRONPRINSEN. Föreningen beslöt i överensstämmelse med styrelsens förslag.

Förrättades i stadgarna föreskrivna val, varvid utsågos för 1922

till ordförande prof. HELGE BÄCKSTRÖM,
till sekreterare prof. PERCY QUENSEL,
till skattmästare dr. K. E. SAHLSTRÖM,
till styrelseledamöter prof. P. J. HOLMQUIST och dr. RAGNAR SANDEGREN.

Till revisorer för 1921 års förvaltning valdes doc. G. AMINOFF och dr. A. H. WESTERGÅRD med dr. B. HÖGBOM som suppleant.

Dagen för januarisammanträdet bestämdes till andra torsdagen i månaden.

Statsgeologen THOROLF VOGT från Kristiania höll ett av talrika kartor och profiler jämte stuffer illustrerat föredrag om *bidrag till fjällkedjans stratigrafi och tektonik.*

Med anledning av föredraget yttrade sig hrr ALVAR HÖGBOM, QUENSEL, G. DE GEER, HOLMQUIST och *föredraganden.*

Hr ALVAR HÖGBOM började med att ingå på de av föredr. konstaterade stora tektoniska dragen och fäste sig vid den framkastade möjligheten att dessa eventuellt skulle kunna spåras i Jämtlands- och Trondhjemsfälten. Tal. hade själv i samband med arbeten inom sydligaste Lappland flyktigt besökt angränsande delar av sydligaste Nordlandet och nordligaste delen av norra Trondhjem. De tektoniska förhållandena inom dessa områden synas på ett gott sätt stämma med de av föredr. längre norrut funna och styrka antagandet om de stora huvuddragens fortsättning mot S.

I Vilhelmina möta synklinalerna 1 och 2 med nord—sydlig riktning, mot söder omsvängande till SW in i norra Trondhjem. Den senare av de båda markeras även här i sin östra rand av grönstensintrusioner till vilka ett antal såväl svenska som norska kisfyndigheter äro mer eller mindre intimt bundna. Malmernas läge på i stort sett samma stratigrafiska nivå strax ovanför den enkrinitförande kalkstenen stämmer ävenledes med föredragandens iakttagelser. Till synklinal 3 äro de stora granitiska intrusionerna bundna här representerade av St. Børgefjelds massiv.[1])

Bland detaljer i föredr:s anförande fäste sig tal. särskilt vid uppgiften om en profil i vilken köliskiffrarna direkt pålagrade den östra silurranden. Här skulle sålunda kambrosiluren kunna följas från de understa lagren i kambrium till mellanordovikiska lager frånsett då ett eller annat förskjutningsplan. Dylika profiler torde nog kunna uppletas flera, men det vanliga förhållandet är dock att köliskiffrarna och den östra underkambriska randen skiljas av seveskiffrarna, vilka såväl uppåt som nedåt begränsas av förskjutningsplan. Dessa förhållanden synas tal. antyda en möjlighet att

[1]) Bland de många typer som detta massiv företer finnas även en grov grå porfyrisk granit, sannolikt identisk med den av HOLMQUIST anförda på Syv Søstre. Under den gångna sommaren har tillfälle givits att dels se dessa typer, dels Revsundsgraniten med dess gränsformer, varvid många likheter förefunnits, men kan detta ej misstänkliggöra Børgefjeldsgranitens kaledoniska ålder (senare tillägg).

identifiera sevens parabergarter. I Vilhelmina t. ex. utgör enkrinitkalken köliskiffrarnas undre nivå, vilken sålunda blir ordovikisk. Den östra randen anses såsom underkambrium. Det måste då ligga nära till hands antaga att sevens paraled representera de felande nivåerna av kambrosiluren.

Att försöken, att genom ett fåtal utvalda analyser söka identifiera seven som metamorf köli eller metamorf östlig silur, slagit mindre väl ut är under sådana förhållanden icke ägnat att förvåna även om man bortser från de så vanliga faciesväxlingarna. Frågan om sevens stratigrafiska ställning kan endast lösas genom en på noggrant detaljarbete grundad kartering av större områden så som föredr. visat och icke genom analyser.

Hr QUENSEL ville understryka den fullkomligt likartade utbildningen mellan vissa högkristallina led i den svenska seveformationen och föredragandens till eruptivhorisonterna bundna injektionsgnejser. I stuffer kunna bergartsprov därav från båda sidor riksgränsen ej hållas isär.

Ifrån sommarens arbeten i Tärna socken förelågo fullständiga övergångssviter från en ren magmatisk bergart av granitisk sammansättning över högkristallina seveskiffrar till bergarter tillhörande köliseriens kvarts-muskovitkloritfylliter. De till eruptiven närmast gränsande skiffrarna kunna emellertid innehålla så avsevärda mängder av eruptivt material, att detta led kvantitativt dominerar gent emot sedimentkomponenten. Bergarten har då visat sig kunna uppträda så att säga eruptivt gent emot vissa mot assimilationen mera motståndskraftiga horisonter i dess egen lagerserie, som då brytas sönder och återfinnas som skarpkantiga brottstycken i de i övrigt starkt magmatiserade skiffrarna. Gränsen emellan granitmassiven och sådana extremt magmatiserade injektionsgnejser är naturligtvis flytande. Med avtagande magmakomponent förtonar bergarten successivt med avtagande kristallinitet och kornstorlek ned till fyllitiska bergarter med ännu påvisbar klastisk struktur.

Av intresse var föredragandens framhållande av de ljusa (vita) graniternas karaktär av satellitiska lagergångar i förhållande till de stora kaledoniska massivens röda och grå granittyper. Talarens erfarenhet från södra Lappland vore att de ljusa (något yngre) granitgångarna ej kunde tillskrivas någon egentlig direkt inverkan på sin sidobergart. Det inflytande från magmatiskt håll, som förorsakat seveskiffrarnas högre kristallinitet och injektionsgnejsfenomenet måste sökas hos de större genom erosion ofta blott delvis och ofullständigt blottade intrusionerna.

Foredragsholderen maatte slutte sig til QUENSEL angaaende de store likheter mellem Ofotomraadets og det sydlige Lapmarkens bergarter. Særskilt var injektionsgneiserne og de hvite Trondhjemiter til forveksling like. Av interesse var det jo ogsaa at disse bergarter synes at optræde i samme tektoniske zone paa de to steder, nemlig i den anden fjeldkjedesynklinal. Hvad Ofotomraadets injektionsgneiser angik, saa vilde vel disse og lignende bergarter være regnet til seve av de ældre geologer. I Ofoten optræder de imidlertid, som nævnt i to nivaaer, normalt indleiret höit oppe i den kambro-siluriske lagrække. At den underste av disse zoner synes at staa i forbindelse med injektioner av massiver med röde Nordlandsgraniter længer i vest, var allerede omtalt. Men ogsaa det övre nivaa synes at

ligge i nogen Nordlandsgraniters injektionsnivaa. Massiver av granit er nemlig bevaret i dette nivaa længer mot syd, men da Nordlandssynklinalens akse falder mot syd, er erosionen naadd saa dybt mot nord, at lignende graniter kan være fjærnet ved erosion. Hvad amfibolitfjeldenes rötter angik, saa hadde föredragsholderen iagttat lagergange av amfibolit i det omtrent horizontale dække av sedimenter over Rombakens grundfjeldsvindu, og disse lagergange hadde foredragsholderen opfattet som amfibolitmassivernes tilförselskanaler. Mot vest, hvor lagrækken dukker ned i den store anden fjeldkjedesynklinal, var de imidlertid ikke iagttat, men det var naturligvis mulig at tilförselskanalerne var klaffet igjen her. Angaaende Kebnekaissemassivets amfiboliter var det interessant at QUENSEL hadde fulgt deres rötter mot vest, til Ivarstenens gabbrofelt. Av betydening vilde det efter foredragsholderens mening være at faa fastslaat den geologiske stilling av gabbrofeltet i forhold til grundfjeldsvinduet.

Angaaende ALVAR HÖGBOMS indlæg, var det interessant at man kunde fölge den anden fjeldkjedesynklinal med de kisförende gabbroer over de sydlige Lappmarksströk.

I anledning av P. J. HOLMQUISTS indlæg, vilde foredragsholderen bemærke fölgende om Nordlandsgraniternes alder. Overalt hvor han hadde undersökt granitgrænserne hadde han fundet injektionskontakter, undtagen forsaavidt ved Rombakens grundfjeldsvindu. Nu ser det ut til at der optræder granitmassiver hovedsagelig i to nivaaer i Salten—Ofoten-distrikterne. Al granit fra det övre nivaa maa antas at være kaledonisk, mens dette ikke er saa sikkert for den underste granits vedkommende.

Den optreder som en bundgranit, hvis underside ikke er blottet, men hvis grænse mot sedimenterna ogsaa er en injektionskontakt. Foredragsholderen hadde selv ikke noget materiale til at avgjöre om der ogsaa fandtes noget grundfjeld inde i disse uhyre store vestlige granitfelter, men han hadde aldrig anset det for udelukket. Det kan nu lægges til, at FOSLIE har fundet formodede grundfjeldspartier inde i graniterne syd for Ofotenfjorden, mens man har kaledoniske graniter som en kappe utenom. Naar HOLMQUIST fremhæver den store petrografiske likhet mellem de röde Nordlandsgraniter speciellt fra de Syv Söstre og Refsundsgraniten i det svenske grundfjeld, saa viser dette efter foredragsholderens mening intet om Nordlandsgraniternes alder. Saa ordinære typer som röde mikroklinförende glimmergraniter vil man vel kunne finde i alle formationer. Ved de Syv Söstre hadde han forövrig ikke været, men det kunde sikkert være av interesse at foreta en detaljundersökelse av dette let tilgjængelige granitomraade. Selv om man ofte finder helt upressede graniter, saa finder man ogsa sterkt pressede eruptiver, som er forskifret av fjeldkjedetrykket. Dette præg har vistnok i sin tid bidraget meget til at man har opfattet bergarterna som archæiske.

I anledning av Finmarksdolomiternes alder, som ZENZÉN berörte, saa har man for det förste det holdepunkt at Porsangerserien maa overleire den underkambriske hyolithuszone. Endvidere er dolomiterne i Raipas- og Porsangerserierne efter al sandsynlighet ældre end saavel J. G. ANDERSSONS fossilhorizont paa Björnöen som Sulitelmafossilerne. Forholdet mellem Raipas og Porsangerformationen er dog temmelig usikkert endnu. Först antok ZENZÉN og HOLTEDAHL at Raipas var prekambrisk, saa hæv-

det foredragsholderen at man hadde med yngre lag at gjöre, i det han nærmest antok en underkambrisk alder, og senere har HOLTEDAHL flyttet serien op i det underste av ordovicium. Serien maa efter foredragsholderens mening være kambrisk eller ordovicisk, men forövrig ansaa han spörgsmaalet for staaende aapent.

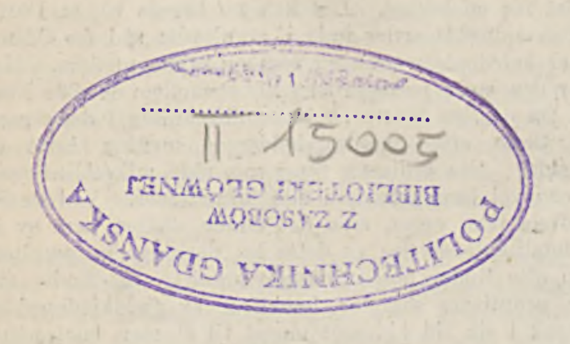
Sekreteraren anmälde till införande i förhandlingarna.

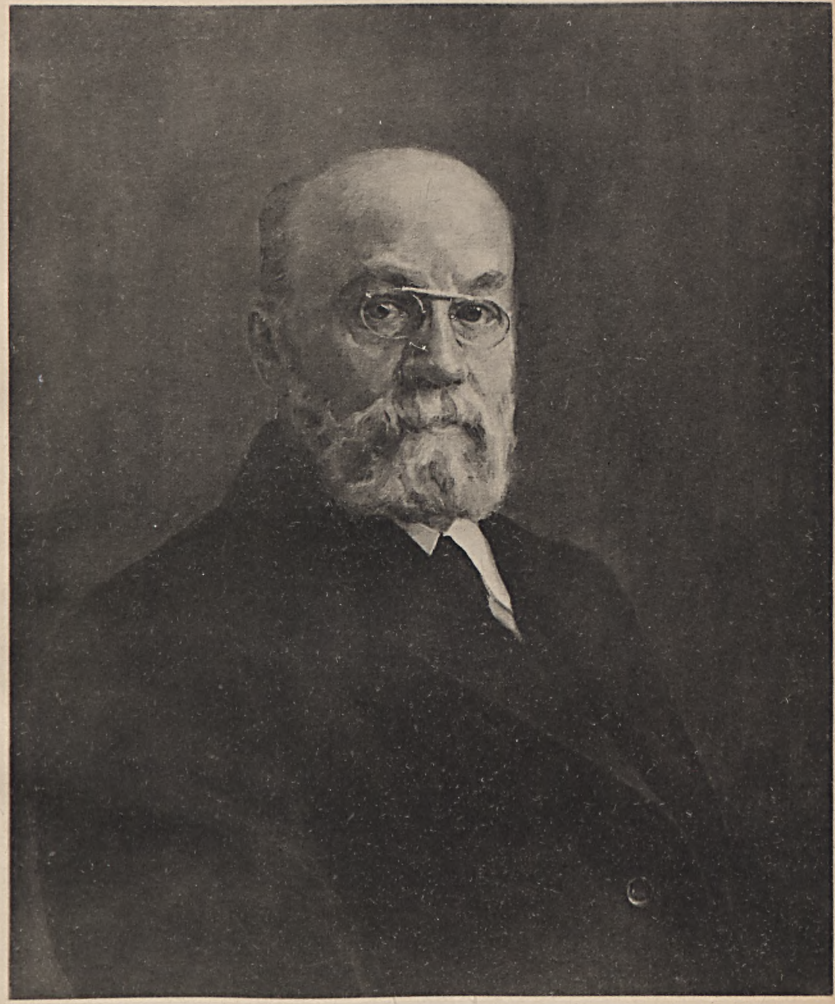
NILS MAGNUSSON: Om de stratigrafiska och tektoniska förhållandena inom Filipstads bergslag.

NILS SUNDIUS: Några frågor rörande våra arkäiska intrusivformationer i mellersta och södra Sverige.

P. J. HOLMQUIST: Typen und Nomenklatur der Adergesteine.







Ljustr. A. B. Lagrelius & Westphal.

Efter oljemålning af Emerik Stenberg.

N:o 344 1921 Jan.—febr.

GEOLOGISKA FÖRENINGENS

I

STOCKHOLM

FÖRHANDLINGAR

BAND 43

HÄFTE 1—2

Innehåll:

Författarna äro ensamma ansvariga för sina uppsatsers innehåll.

STOCKHOLM 1921

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

210494

Pris för detta häfte Kr. 5: —.

N:o 347 1921 Nov.–Dec.

GEOLOGISKA FÖRENINGENS

I

STOCKHOLM

FÖRHANDLINGAR

BAND 43

HÄFTE 6—7

Innehåll:

Författarna äro ensamma ansvariga för sina uppsatsers innehåll.

STOCKHOLM 1922

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

210494

Pris för detta häfte Kr. 6: —.

Geologiska Föreningens i Stockholm förhandlingar utkomı med 7 häften årligen; prenumeration mottages genom *Nordiska b handeln, Stockholm.* Genom samma bokhandel kan äfven i mån af t gång erhållas:

Bd 2—30 à 20 kr.		Generalregister till
» 31 » 30 »		Bd 1—5 à 3 kr.
» 32 » 60 »		» 6—10 » 4 »
» 33—39 » 20 »		» 11—21 » 6 »
» 40 » 30 »		» 22—31 » 6 »
» 41—43 » 20 »		» 32—41 » 6 »

Lösa häften af alla banden till pris beroende på häftenas omfång.

I Föreningen nyinträdande ledamöter erhålla genom skattmästaren de äldre bandeı Förhandlingarna och Generalregistret till två tredjedelar af det ofvan upptagna bokhand priset samt lösa häften till likaledes nedsatt pris. Köpas minst 10 band, erhållas de halfva bokhandelspriset.

Geologiska Föreningens sekreterare, Professor Percy Quensel, tr fas i Föreningens angelägenheter å Mineralogiska institutionen, Sto holms Högskola. Rikstel. 82 500. Efter kl. 6 e. m. Rikstel. 721

Föreningens **ordinarie möten** äga rum *första helgfria torsdag* i månaderna febru mars, april, maj, november och december. Dagen för januarimötet bestämmes å deceml sammankomsten.

Uppsatser, afsedda att införas i Förhandlingarna, insändas till Föreningens sekreteı Mineralogiska institutionen, Stockholms Högskola, *Stockholm.* Åtföljande taflor och figı böra vara fullt färdiga till reproduktion, då de jämte uppsatsen sändas.

I Förhandlingarna må uppsatser — förutom på skandinaviskt språk — införas på gelska, franska eller tyska; dock vare författare skyldig att i de fall då Styrelsen anser dant önskvärdt bifoga en resumé på skandinaviskt språk.

Därest korrektionskostnaderna för införd uppsats uppgå till mera än 16 kronor tryckark, vare författare skyldig att erlägga det öfverskjutande beloppet, såvida det upp till minst 10 kr. pr uppsats.

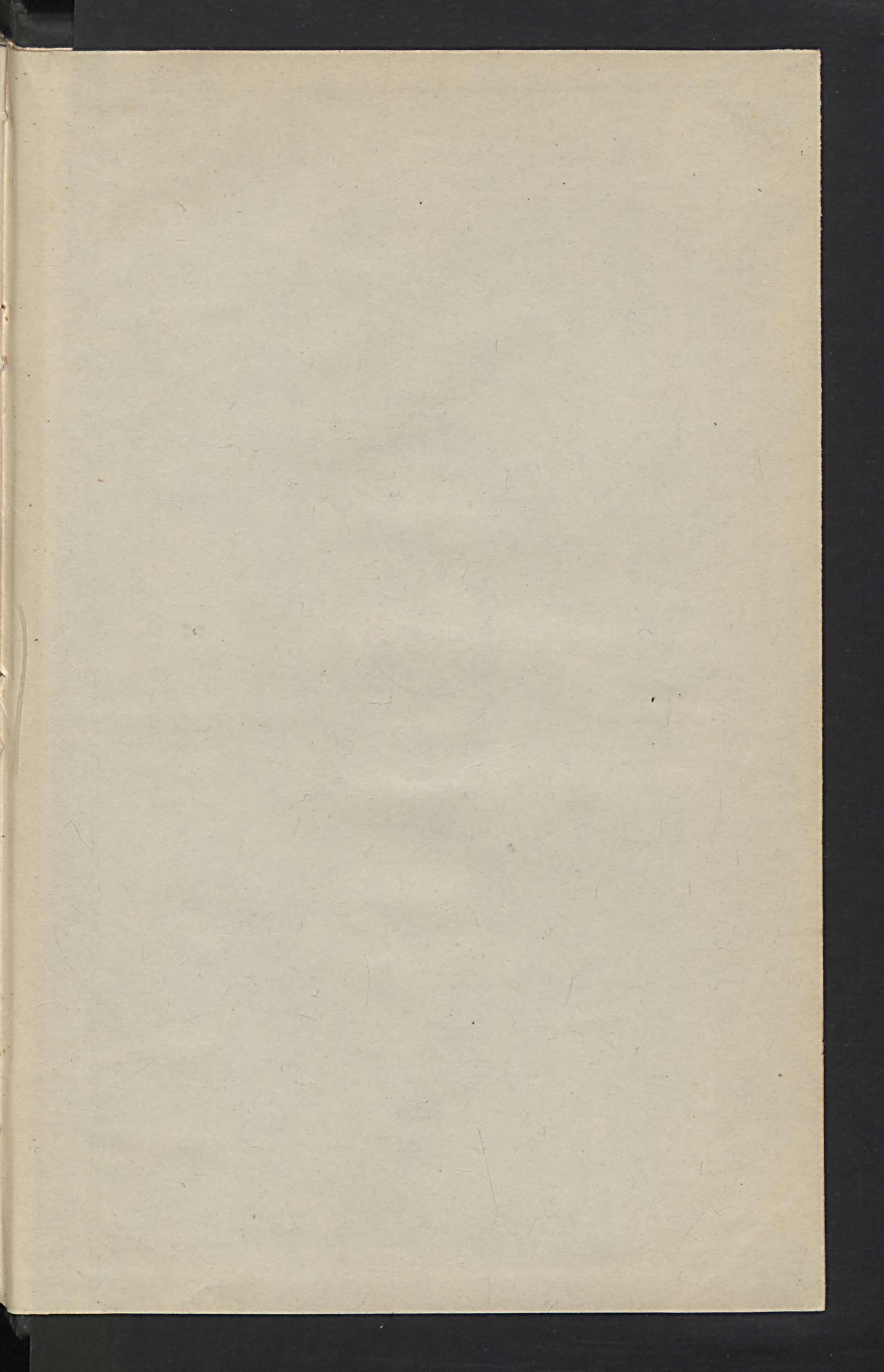
Författare erhåller gratis 75 separat af införda uppsatser.

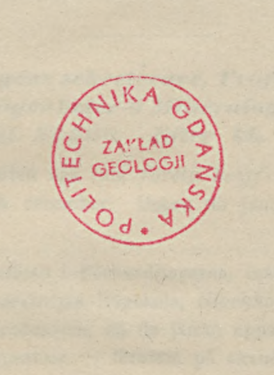
Referat honoreras sålunda (Fören. beslut 7/12 1911):

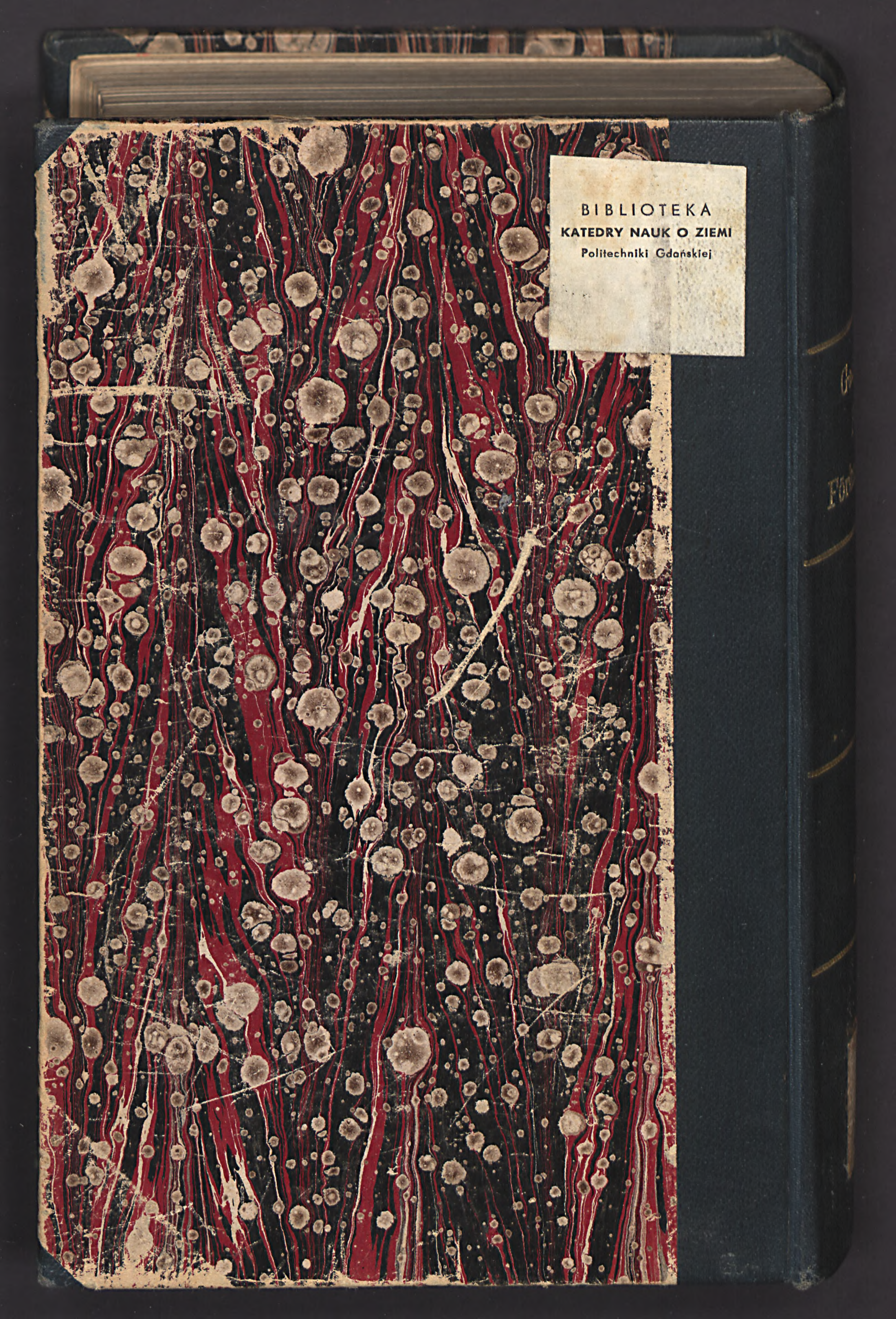
1:sta sidan eller del däraf . . . . efter 20 öre pr tryckrad.
2:dra » » » » . . . . » 15 » » »
3:dje » » » » . . . . » 10 » » »
Följande sidor honoreras icke.

Anmälan om **föredrag** göres i god tid hos sekreteraren. c 70

Ledamöternas årsafgifter, hvilka enligt § 7 af Föreningens stadgar skola vara inbeta senast den 1 april, insändas till Föreningens skattmästare, Dr K. E. Sahlström, Sveri geologiska undersökning, Stockholm 50 till hvilken Föreningens ledamöter äfven to insända uppgifter om *ändringar af adresser och titlar*. Årsafgifter, som ej äro inbeta den 1 april, är skattmästaren skyldig att ofördröjligen inkräfva.




POLITECHNIKA GDAŃSKA
ZAKŁAD
GEOLOGJI



BIBLIOTEKA
KATEDRY NAUK O ZIEMI
Politechniki Gdańskiej